

* Oecon. *

456

u

Oec 456^u Darwin

ANSTREICHQ.

ANSTREICHQ.

E

<36628079830013



<36628079830013

Bayer. Staatsbibliothek

(Darwin, Werke XIV, 1:)

Die Bildung der Ackererde

durch die

Thätigkeit der Würmer

mit

Beobachtung über deren Lebensweise

von

Charles Darwin.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 15 Holzschnitten.

Mit Zusätzen nach dem 5. Tausend des Originals.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1882.

H

8/2 81



Charles Darwin.

Die Bildung der Ackererde

durch

die Thätigkeit der Würmer.

Mit 15 Holzschnitten.

In demselben Verlag ist erschienen:

- Darwin, Ch.,** Reise eines Naturforschers um die Welt. Aus dem Engl. von J. V. Carus. Mit 14 Holzschn. 1875. Mk. 10. — geb. Mk. 11. —
- — Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe um's Dasein. Aus dem Englischen von J. Victor Carus. Sechste Auflage. Mit dem Portrait des Verfassers. 8. 1876. Mark 10. — geb. Mk. 11. —
- — Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. 2 Bde. mit 43 Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. 1873. Mk. 20. — geb. Mark 22. —
- — Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. 2 Bde. mit 78 Holzschn. gr. 8. 1875. Mk. 18. — geb. Mk. 20. —
- — Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Zweite Auflage. Mit 21 Holzschn. u. 7 heliogr. Tafeln. gr. 8. 1874. Mk. 10. — geb. Mk. 11. —
- — Insectenfressende Pflanzen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 30 Holzschnitten. 1876. Mark 9. — geb. Mk. 10. —
- — Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen. Aus dem Englischen übersetzt von J. V. Carus. Mit 13 Holzschnitten. gr. 8. 1876. Mark 3. 60. geb. Mk. 4. 60.
- — Über den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 3 Karten und 6 Holzschn. gr. 8. 1876. Mark 8. — geb. Mk. 9. —
- — Geologische Beobachtungen über die Vulcanischen Inseln mit kurzen Bemerkungen über die Geologie von Australien und dem Cap der Guten Hoffnung. Aus dem Englischen übersetzt von J. V. Carus. Mit 1 Karte und 14 Holzschnitten. 1877. Mark 4. — geb. Mk. 5. —
- — Die Wirkungen der Kreuz- und Selbst-Befruchtung im Pflanzenreich. Aus dem Englischen übersetzt von J. V. Carus. gr. 8. 1877. Mark 10. — geb. Mk. 11. —
- — Die verschiedenen Einrichtungen durch welche Orchideen von Insecten befruchtet werden. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 38 Holzschn. Zweite Auflage. 1877. Mark 6. — geb. Mk. 7. —
- — Die verschiedenen Blüthenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 15 Holzschnitten. 1877. Mark 8. — geb. Mk. 9. —
- — Geologische Beobachtungen über Süd-America und Kleinere geologische Abhandlungen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 7 Karten und Tafeln nebst 38 Holzschn. 1878. Mark 10. — geb. Mk. 11. —
- — Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. Mit 196 Holzschn. 1881. Mk. 10. — geb. Mk. 11. —

Dub, Dr. Julius, Kurze Darstellung der Lehre Darwin's. Mit 38 Holzschnitten. gr. 8. 1870. Mark 6. —

Jäger, Dr. Gustav, In Sachen Darwin's insbesondere contra Wigand. Ein Beitrag zur Rechtfertigung und Fortbildung der Umwandlungslehre. 1875. Mark 5. —

Kosmos. Zeitschrift für Entwicklungslehre und einheitliche Weltanschauung. 1877—1881 (1.—5. Jahrgang). Jährlich 12 Hefte. Preis pro Quartal Mk. 6. —

Die Bildung der Ackererde

durch die

Thätigkeit der Würmer

mit

Beobachtung über deren Lebensweise

von

Charles Darwin.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 15 Holzschnitten.

Mit Zusätzen nach dem 5. Tausend des Originals.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1882.



Inhalt.

Einleitung S. 1

Erstes Capitel.

Lebensweise der Würmer.

Beschaffenheit der von ihnen bewohnten Orte. — Können lange unter Wasser leben. — Sind Nachtthiere. — Wandern des Nachts umher. — Liegen häufig dicht an den Mündungen ihrer Röhren und werden daher in groszer Zahl von Vögeln zerstört. — Ihr Bau. — Sie besitzen keine Augen, können aber zwischen Licht und Dunkelheit unterscheiden. — Ziehen sich, wenn hell beleuchtet, schnell zurück, nicht durch eine Reflexthätigkeit. — Vermögen der Aufmerksamkeit. — Empfindlichkeit gegen Wärme und Kälte. — Sind vollständig taub. — Sind empfindlich für Schwingungen und für Berührung. — Schwaches Geruchsvermögen. — Geschmack. — Geistige Eigenschaften. — Natur der Nahrung; — sind omnivor. — Ihre Verdauung. — Die Blätter werden, ehe sie verschluckt werden, mit einer Flüssigkeit von der Natur des pancreatischen Saftes befeuchtet. — Verdauung ausserhalb des Magens. — Structur der Kalk führenden Drüsen. — Kalkige Concretionen, in dem vordern Drüsenpaar gebildet. — Die kalkige Masse ist zunächst ein Excret, dient aber an zweiter Stelle dazu, die während des Verdauungsprocesses erzeugten Säuren zu neutralisiren . S. 5

Zweites Capitel.

Lebensweise der Würmer. (Fortsetzung.)

Art und Weise, in welcher Würmer Gegenstände ergreifen. — Ihr Saugvermögen. — Der Instinct, die Öffnungen der Röhren zu verstopfen. — Steine über den Löchern angehäuft. — Die hierdurch erlangten Vorthelle. — In der Art, in welcher Würmer ihre Röhren verstopfen, entwickelte Intelligenz. — Dabei benutzte verschiedene Arten von Blättern und andere Gegenstände. — Papierdreiecke. — Zusammenfassung der Gründe zur Annahme, dass Würmer etwas Intelligenz entfalten. — Mittel, durch welche sie ihre Röhren aushöhlen, durch Fortdrücken und Verschlucken der Erde. — Erde auch wegen der darin enthaltenen nahrhaften Substanz verschluckt. — Tiefe, bis zu welcher Würmer bohren und der Bau ihrer Röhren. — Röhren mit Excrementen und im obern Theil mit Blättern ausgekleidet. — Der unterste Theil mit kleinen Steinen

oder Samen gepflastert. — Art und Weise, in welcher die Excremente ausgeworfen werden. — Das Zusammenfallen alter Röhren. — Verbreitung der Würmer. — Thurmartige Excrementhaufen in Bengalen. — Riesenhafter Excrementhaufen in den Nilgiri-Bergen. — Excremente in allen Ländern ausgeworfen S. 31

Drittes Capitel.

Die Menge feiner Erde, welche von Würmern auf die Oberfläche geschafft wird.

Schnelligkeit, mit welcher verschiedene auf die Oberfläche von grasbewachsenen Feldern verstreute Gegenstände von den Excrementen der Würmer bedeckt werden. — Das Begraben eines gepflasterten Wegs. — Das langsame Einsinken groszer auf der Oberfläche liegen gelassener Steine. — Die Anzahl der auf einem gegebenen Raume lebenden Würmer. — Das Gewicht der aus einer Wurmröhre und aus sämtlichen Wurmröhren innerhalb eines gegebenen Raumes ausgeworfenen Erde. — Die Mächtigkeit der Ackererdeschicht, welche die Excremente auf einem gegebenen Raum innerhalb einer gegebenen Zeit bilden würden, wenn sie gleichmässig ausgebreitet würden. — Die geringe Schnelligkeit, mit welcher Ackererde sich zu einer bedeutenden Mächtigkeit ansammeln kann. — Schlus z S. 73

Viertes Capitel.

Der Antheil, welchen Würmer beim Eingraben alter Bauten gehabt haben.

Die Anhäufung von Schutt auf dem Boden groszer Städte, unabhängig von der Thätigkeit der Würmer. — Das Eingraben einer römischen Villa in Abinger. — Der Boden und die Wände von Würmern durchbohrt. — Einsinken eines modernen Pflasters. — Das begrabene Pflaster in Beaulieu Abbey. — Römische Villen in Chedworth und Brading. — Die Überreste der römischen Stadt in Silchester. — Die Beschaffenheit der zerfallenen Masse, womit die Überreste bedeckt sind. — Die Durchbohrung der getäfelten Boden und Wände von den Würmern. — Einsinken der Boden. — Dicke der Humusschicht. — Die alte römische Stadt von Wroxeter. — Dicke der Humusschicht. — Tiefe der Fundamente einiger der Gebäude. — Schlus z S. 100

Fünftes Capitel.

Die Thätigkeit der Würmer bei der Abtragung des Landes.

Beweise für die Grösze der Abtragung, welche das Land erlitten hat. — Abtragung des der Luft ausgesetzten Landes. — Ablagerung von Staub. — Der Humus, seine dunkle Farbe und sein feines Gefüge zum groszen Theil Folge der Thätigkeit der Würmer. — Die Zersetzung der Gesteine durch Humussäuren. — Ähnliche Säuren augenscheinlich innerhalb der Körper der Würmer erzeugt. — Die Wirkung dieser Säuren durch die beständige Bewegung der Erdtheilchen erleichtert. — Eine dicke Schicht von Humus hält die Zersetzung des darunter liegenden Bodens und der Gesteine auf. — Stückchen von Steinen in

den Muskelmägen der Würmer abgerieben oder zerkleinert. — Verschluckte Steine dienen als Mühlsteine, — Der geglättete Zustand der Excremente. — Bruchstücke von Ziegeln in den Excrementen über alten Bauwerken gut abgerundet. — Die zerkleinernde Kraft der Würmer von einem geologischen Standpunkt aus nicht ganz unbedeutend S. 130

Sechstes Capitel.

Die Abtragung des Landes. — (Fortsetzung.)

Die Denudation dadurch unterstützt, dass neuerdings ausgeworfene Excremente auf mit Gras bedeckten Flächen nach unten gleiten. — Die Menge Erde, welche jährlich abwärts fließt. — Die Wirkung tropischer Regen auf Wurmexcremente. — Die feinsten Erdtheilchen vollständig von den Excrementmassen fortgewaschen. — Der Zerfall getrockneter Excremente in Kügelchen und deren Hinabrollen auf geneigten Flächen. — Die Bildung kleiner Vorsprünge an Berghängen zum Theil Folge der Anhäufung zerfallener Excremente. — Excremente über ebenes Land nach der vom Winde abliegenden Seite geweht. — Versuch, die in dieser Weise fortgewehrte Menge zu schätzen. — Die Erniedrigung alter Umwallungen und Hügel. — Das Erhalten der Firsten und Furchen auf in alter Zeit gepflügtem Lande. — Die Bildung und Menge von Ackererde über der Kreideformation S. 147

Siebentes Capitel.

Schluss.

Zusammenfassung der Rolle, welche Regenwürmer in der Geschichte der Erde gespielt haben. — Ihre Hülfe beim Zersetzen der Gesteine, — bei der Abtragung des Landes, — bei der Erhaltung antiker Baureste, — bei der Vorbereitung des Bodens für das Wachsthum der Pflanzen. — Geistige Kräfte der Regenwürmer. — Schluss S. 173

Zusätze	S. 178
Register	„ 181

The first of these is the fact that the
the second is the fact that the
the third is the fact that the

THE SECOND

The second of these is the fact that the
the third is the fact that the
the fourth is the fact that the
the fifth is the fact that the
the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the

THE THIRD

The third of these is the fact that the
the fourth is the fact that the
the fifth is the fact that the
the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the

THE FOURTH

The fourth of these is the fact that the
the fifth is the fact that the
the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the

THE FIFTH

The fifth of these is the fact that the
the sixth is the fact that the
the seventh is the fact that the
the eighth is the fact that the
the ninth is the fact that the
the tenth is the fact that the

Einleitung.

Der Gegenstand des vorliegenden Bandes ist der Antheil, welchen Würmer an der Bildung jener Schicht von Ackererde gehabt haben, welche die ganze Oberfläche der Erde in jedem mäßig feuchten Lande bedeckt. Diese Ackererde ist meistens von einer schwärzlichen Farbe und einige wenige Zoll dick. Sie ist in verschiedenen Bezirken nur wenig im Ansehen verschieden, obschon sie auf verschiedenem Untergrunde ruhen kann. Die gleichartige Feinheit der Theilchen, aus welcher sie zusammengesetzt ist, ist einer ihrer hauptsächlich charakteristischen Züge; dies ist in einer jeden kiesreichen Gegend gut zu beobachten, wo ein neuerdings gepflügtes Feld unmittelbar an ein Stück Land anstößt, welches lange als Weide ungestört gelassen worden und wo die Ackererde an den Seiten einer Grube oder Höhlung exponirt ist. Man könnte den Gegenstand für einen bedeutungslosen halten; doch werden wir sehen, dasz er ziemliches Interesse besitzt; auch ist der Grundsatz „de minimis lex non curat“ nicht auf die Wissenschaft anwendbar. Selbst ELIE DE BEAUMONT, welcher gewöhnlich kleine Ursachen und ihre gehäuften Wirkungen unterschätzt, bemerkt¹ „la couche très-mince de la terre végétale est un monument d'une haute antiquité, et, par le fait de sa permanence, un objet digne d'occuper le géologue, et capable de lui fournir des remarques intéressantes“. Obgleich die oberflächliche Schicht von Ackererde als ein Ganzes ohne Zweifel von dem höchsten Alter ist, so werden wir doch, was ihre Beständigkeit betrifft, Gründe zur Annahme kennen lernen, dasz die sie zusammensetzenden Theilchen in den meisten Fällen mit einer nicht sehr geringen Geschwindigkeit entfernt und in Folge der Zersetzung des darunter liegenden Materials durch andere ersetzt werden.

¹ Leçons de Géologie pratique, T. 1. 1845. p. 140.

Da ich veranlaszt war, während vieler Monate in meinem Arbeitszimmer Würmer in mit Erde gefüllten Töpfen zu halten, so fieng ich an, mich für sie zu interessiren und wünschte zu erfahren, in wie weit sie bewusst handelten und wie viel geistiges Vermögen sie entfalteten. Ich war um so begieriger etwas über diesen Punkt zu erfahren, da, so viel mir bekannt ist, nur wenig Beobachtungen dieser Art an Thieren angestellt worden sind, welche auf einer so niedrigen Organisationsstufe stehen und so ärmlich mit Sinnesorganen ausgerüstet sind, wie die Regenwürmer.

Im Jahre 1837 las ich eine kurze Abhandlung vor der geologischen Gesellschaft in London, „über die Bildung der Ackererde“², in welcher nachgewiesen wurde, dasz kleine Fragmente von gebranntem Mergel, Schlacken etc., welche dick über die Oberfläche mehrerer Wiesen gestreut worden waren, nach Verlauf weniger Jahre in der Tiefe von einigen Zollen unter dem Rasen liegend, aber noch immer eine Schicht bildend, gefunden wurden. Dieses anscheinende Einsinken oberflächlicher Gegenstände ist, wie Mr. WEDGWOOD von Maer Hall in Staffordshire zuerst als Vermuthung gegen mich äuszerte, eine Folge der groszen Menge feiner Erde, welche beständig von den Würmern in der Form ihrer cylindrischer Excremente auf die Oberfläche gebracht wird. Diese Excremente werden früher oder später ausgebreitet und bedecken einen jeden auf der Oberfläche liegen gelassenen Gegenstand. Ich wurde hierdurch zu der Folgerung geführt, dasz die ganze Ackererde über das ganze Land hin schon viele Male durch die Verdauungscanäle der Würmer gegangen ist und noch viele Male durchgehen wird. Es würde daher der Ausdruck „thierische Ackererde“ in manchen Beziehungen zutreffender sein als der gewöhnlich gebrauchte „vegetabilische Ackererde“.

Zehn Jahre nach der Veröffentlichung meines Aufsatzes schrieb Mr. D'ARCHIAC, offenbar durch die Lehren ELIE DE BEAUMONT's beeinflusst, über meine „singulière théorie“ und wandte dagegen ein, dasz sie nur auf „les prairies basses et humides“ anwendbar sei, und dass „les terres labourées, les bois, les prairies élevées, n'apportent aucune preuve à l'appui de cette manière de voir“³. Mr. D'ARCHIAC muss aber nach innerer Anschauung und nicht nach Beobachtung zu diesen

² Transactions Geolog. Soc. London, Vol. 5, p. 505. Gelesen am 1. Nov. 1837. Übersetzt in: Kleinere geolog. Abhandlungen. (Gesamm. Werke, 12. Bd. 2. Abth.) 1878. p. 93—98.

³ Histoire des progrès de la Géologie, T. I. 1847. p. 224.

Betrachtungen gekommen sein; denn in Gemüsegärten, wo die Erde beständig umgearbeitet wird, sind Würmer in einem ausserordentlichen Grade häufig, obgleich sie in derartiger lockerer Erde meistens ihre Excremente in jede offene Höhlung oder innerhalb ihrer alten Röhren ablegen, anstatt auf die Oberfläche. VICTOR HENSEN glaubt nach Schätzungen, dass in Gärten ungefähr zweimal so viel Würmer enthalten sind, als in Getreidefeldern⁴. Was die „prairies élevées“ betrifft, so weiss ich nicht, wie sich die Sache in Frankreich verhalten mag; in England aber habe ich den Boden nirgends so dicht mit Wurmexcrementen bedeckt gesehen, als auf Weideangern, in der Höhe von mehreren hundert Fusz über dem Meere. Wenn ferner in Wäldern die losen Blätter im Herbst entfernt werden, so wird man finden, dass die ganze Oberfläche mit Wurmexcrementen überstreut ist. Dr. KING, der Superintendent des botanischen Gartens in Calcutta, dessen Freundlichkeit ich viele Beobachtungen über Regenwürmer verdanke, theilt mir mit, dass er in der Nähe von Nancy in Frankreich den Boden der Staatsforsten über viele Acker Landes mit einer aus abgestorbenen Blättern und zahllosen Wurmexcrementen zusammengesetzten schwammigen Schicht bedeckt gefunden hat. Er hörte dort, wie der Professor des „Aménagement des forêts“ in einer Vorlesung hierüber zu seinen Zuhörern sprach und dies als einen Fall anführte „eines wundervollen Beispiels der natürlichen Cultur des Bodens; denn „Jahr auf Jahr bedecken die ausgeworfenen Wurmexcremente die abgestorbenen Blätter und das Resultat ist ein reicher Humus von „grosser Dicke“.

Im Jahre 1869 verwarf Mr. FISH⁵ meine Folgerungen in Bezug auf die Rolle, welche Würmer in der Bildung der Ackererde gespielt haben, und zwar bloss wegen ihrer vermeintlichen Unfähigkeit eine derartige Arbeit zu verrichten. Er bemerkt, „in Anbetracht ihrer Schwäche und ihrer geringen Grösze wäre die Arbeit, welche sie nach jener „Darstellung geleistet haben sollen, ganz erstaunlich“. Wir haben hier wieder ein Beispiel von jener Unfähigkeit, die Wirkungen einer beständig wiederkehrenden Ursache zu summiren, welche schon oft den Fortschritt der Wissenschaft aufgehalten hat, wie es früher in der Geologie der Fall war und neuerdings in Bezug auf den Grundsatz der Entwicklung.

⁴ Zeitschrift für wiss. Zoologie. 28. Bd. 1877. p. 361.

⁵ Gardeners' Chronicle, Apr. 17. 1869. p. 418.

Obgleich diese verschiedenen Einwürfe mir kein Gewicht zu haben schienen, so entschloß ich mich doch noch mehr Beobachtungen derselben Art, wie die bereits veröffentlichten anzustellen und das Problem noch von einer anderen Seite anzugreifen, nämlich sämtliche innerhalb einer gegebenen Zeit auf einem abgemessenen Raum aufgeworfenen Wurmexcremente zu wiegen, anstatt die Geschwindigkeit zu ermitteln, mit welcher auf der Oberfläche liegen gelassene Gegenstände von Würmern eingegraben werden. Einige meiner Beobachtungen sind aber durch einen ausgezeichneten Aufsatz von VICTOR HENSEN, den ich bereits erwähnt habe und welcher im Jahr 1877 erschien, beinahe überflüssig geworden. Ehe ich in die Einzelheiten in Bezug auf die Wurmexcremente eingehe, wird es zweckmässig sein, eine Darstellung der Lebensweise der Würmer nach meinen eignen Beobachtungen, sowie nach denen anderer Naturforscher zu geben.

Erstes Capitel.

Lebensweise der Würmer.

Beschaffenheit der von ihnen bewohnten Orte. — Können lange unter Wasser leben. — Sind Nachtthiere. — Wandern des Nachts umher. — Liegen häufig dicht an den Mündungen ihrer Röhren und werden daher in groszer Zahl von Vögeln zerstört. — Ihr Bau. — Sie besitzen keine Augen, können aber zwischen Licht und Dunkelheit unterscheiden. — Ziehen sich, wenn hell beleuchtet, schnell zurück, nicht durch eine Reflexthätigkeit. — Vermögen der Aufmerksamkeit. — Empfindlichkeit gegen Wärme und Kälte. — Sind vollständig taub. — Sind empfindlich für Schwingungen und für Berührung. — Schwaches Geruchsvermögen. — Geschmack. — Geistige Eigenschaften. — Natur der Nahrung; — sind omnivor. — Ihre Verdauung. — Die Blätter werden, ehe sie verschluckt werden, mit einer Flüssigkeit von der Natur des pancreatischen Saftes befeuchtet. — Verdauung ausserhalb des Magens. — Structur der Kalk führenden Drüsen. — Kalkige Concretionen, in dem vordern Drüsenpaar gebildet. — Die kalkige Masse ist zunächst ein Excret, dient aber an zweiter Stelle dazu, die während des Verdauungsprocesses erzeugten Säuren zu neutralisiren.

Regenwürmer sind unter der Form weniger Gattungen, welche äusserlich einander sehr ähnlich sind, über die ganze Erde verbreitet. Die britischen Arten von *Lumbricus* sind niemals monographisch beschrieben worden; wir können aber ihre wahrscheinliche Zahl nach denjenigen beurtheilen, welche benachbarte Länder bewohnen. In Scandinavien finden sich nach der Angabe von EISEN¹ acht Arten; aber zwei von diesen bohren nur selten in der Erde und eine davon bewohnt sehr feuchte Orte, oder lebt selbst im Wasser. Wir haben es hier nur mit den Arten zu thun, welche Erde in der Form ihrer wie Darmausgüsse erscheinenden Excremente auf die Oberfläche bringen. HOFFMEISTER sagt, dass die Arten in Deutschland nicht gehörig gekannt seien, gibt aber dieselbe Anzahl wie EISEN an, ausserdem aber noch einige scharf gezeichnete Varietäten².

¹ Bidrag till Skandinaviens Oligochaetfauna. 1871.

² Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer. Braunschweig, 1845.

Regenwürmer finden sich in England an vielen verschiedenen Standorten auszerordentlich häufig. Man kann ihre Darmausgüsse in ganz auszerordentlicher Anzahl auf Angerflächen und Kreidedünen sehen, so dasz sie beinahe die ganze Fläche bedecken, wo der Boden mager und das Gras kurz und dünn ist. Sie sind aber beinahe oder völlig so zahlreich in einigen von den London Parks, wo das Gras gut wächst und der Boden reich zu sein scheint. Selbst auf einem und demselben Felde sind die Würmer an einigen Stellen viel zahlreicher als an andern, ohne irgend eine sichtbare Verschiedenheit in der Beschaffenheit des Bodens. Sie sind äuszerst häufig in gepflasterten Höfen dicht bei Häusern; und ein Fall wird angeführt werden, in welchem sie durch den Boden eines sehr feuchten Kellers gebohrt hatten. Ich habe Würmer in schwarzem Torfe auf einem sumpfigen Felde gesehen; sie sind aber äuszerst selten oder fehlen vollständig in dem trockeneren, braunen faserigen Torfe, welcher von den Gärtnern so sehr geschätzt wird. Auf trockenen, sandigen oder kiesigen Strecken, wo nur Haide mit etwas Ginster, Farnkräuter, grobes Gras, Moos und Flechten wachsen, finden sich kaum irgend welche Würmer. Aber in vielen Theilen von England wird, wo nur ein Fuszweg eine Haide durchkreuzt, seine Oberfläche mit einem feinen kurzen Rasen bedeckt. Ob diese Veränderung in der Vegetation Folge davon ist, dasz die höheren Pflanzen durch das gelegentliche Treten von Menschen und Thieren zerstört werden oder dasz der Boden gelegentlich durch die Losung von Thieren gedüngt wird, weisz ich nicht³. Auf derartigen grasigen Fuszwegen sind Wurmexcremente häufig zu sehen. Auf einer Haide in Surrey, welche sorgfältig untersucht wurde, fanden sich nur wenige Excremente auf diesen Wegen, da wo sie stark geneigt waren; aber an den ebeneren Stellen, wo eine Schicht feiner Erde von den steileren Stellen herabgewaschen worden war und sich bis zu einer Mächtigkeit von einigen wenigen Zollen angehäuft hatte, waren Wurmexcremente äuszerst zahlreich. Diese Stellen schienen von Würmern übervölkert

³ Es ist sogar etwas Grund zur Annahme vorhanden, dasz Druck factisch das Wachsthum des Grases begünstigt; denn Professor Buckman, welcher über sein Wachsthum in dem Versuchsgarten des Royal Agricultural College viele Beobachtungen angestellt hat, bemerkt (Gardeners' Chronicle 1854, p. 619): „ein anderer Umstand bei der Cultur von Gräsern, einzeln oder in kleinen Flecken, ist die Unmöglichkeit, sie fest zu rollen oder zu treten, ohne welches kein Grasland sich gut halten kann“.

zu sein, so dasz sie gezwungen worden waren, sich bis in die Entfernung einiger weniger Fusz von den begrasten Fuszwegen zu verbreiten, und hier waren ihre Darmausgüsse zwischen der Haide aufgeworfen worden; aber jenseits dieser Grenze war nicht ein einziges Excrement zu finden. Eine, wenn auch nur dünne Schicht feiner Erde, welche wahrscheinlich lange Zeit etwas Feuchtigkeit behält, ist, wie ich glaube, in allen Fällen zu ihrer Existenz nothwendig; und das einfache Zusammendrücken des Bodens scheint in einem gewissen Grade günstig für sie zu sein, denn sie sind in alten Kieswegen und auf Fuszwegen quer über Felder oft ungemein häufig.

Unter groszen Bäumen sind während gewisser Zeiten des Jahres nur wenige Wurmexcremente zu sehen und dies ist augenscheinlich Folge davon, dasz die Feuchtigkeit durch die zahllosen Wurzeln der Bäume aus dem Boden aufgesaugt worden ist; denn nach den starken Herbstregen kann man sehen, wie derartige Plätze mit Wurmexcrementen bedeckt sind. Obgleich die meisten Gehege und Wälder viele Würmer beherbergen, so war doch in einem Walde von hohen und alten Buchen in Knole Park, unter welchen der Boden von jeder Vegetation bar war, über weite Strecken hin nicht ein einziges Wurmexcrement selbst während des Herbstes zu finden. Nichtsdestoweniger waren auf einigen mit Gras bedeckten Lichtungen und Einsprünge, welche durch diesen Wald durchgiengen, Wurmexcremente äusserst zahlreich. Auf den Bergen von Nord-Wales und auf den Alpen sind, wie mir mitgetheilt worden ist, Würmer an den meisten Stellen selten; und dies dürfte vielleicht Folge der dichten Nähe der darunter liegenden Gesteine sein, in welche die Würmer während des Winters sich nicht einbohren können, um dem Erfrieren zu entgehen. Dr. McINTOSH fand indessen Wurmexcremente in einer Höhe von 1500 Fusz auf dem Schiehallion in Schottland. Auf einigen Bergen in der Nähe von Turin von 2000 bis 3000 Fusz über dem Meer sind sie zahlreich, ebenso in einer bedeutenden Höhe in den Nilgiri-Bergen in Süd-Indien und auf dem Himalaya.

Regenwürmer müssen als Landthiere betrachtet werden, obgleich sie immerhin in einem gewissen Sinne halb Wasserthiere sind, wie die anderen Glieder der groszen Classe der Anneliden, zu welcher sie gehören. Mr. PERRIER fand, dasz, wenn sie nur eine einzige Nacht der trockenen Luft eines Zimmers ausgesetzt wurden, dies sie tödtete. Andererseits hielt er mehrere grosze Würmer nahezu vier Monate lang

vollständig im Wasser eingetaucht am Leben⁴. Während des Sommers, wenn der Boden trocken ist, dringen sie in eine beträchtliche Tiefe ein und hören zu arbeiten auf, wie sie auch während des Winters thun, wenn der Boden gefroren ist. Würmer sind in ihrer Lebensweise nächtlich, und man kann sie des Nachts in groszer Zahl umher kriechen sehen, gewöhnlich aber noch mit ihren Schwänzen in ihren Röhren steckend. Durch die Ausdehnung dieses Theils ihrer Körper und mit Hülfe der kurzen leicht rückwärts gebogenen Borsten, mit denen ihre Körper bewaffnet sind, halten sie sich so fest, dasz sie selten aus dem Boden herausgezogen werden können, ohne in Stücke zerrissen zu werden⁵. Während des Tages bleiben sie in ihren Röhren, ausgenommen zur Paarungszeit, wo diejenigen, welche benachbarte Höhlen bewohnen, mit dem grösseren Theil ihrer Körper eine oder zwei Stunden lang am frühen Morgen herauskommen. Kranke Individuen, welche meistens von den parasitischen Larven einer Fliege heimgesucht werden, müssen auch ausgenommen werden, da sie während des Tages umher wandern und an der Oberfläche sterben. Nach starkem Regen, welcher auf trockenes Wetter folgt, sind zuweilen todte Würmer in auszerordentlicher Anzahl auf dem Boden liegen zu sehen. Mr. GALTON theilt mir mit, dasz bei einer solchen Gelegenheit (März 1881) auf einem vier Schritt breiten Wege in Hyde Park im Mittel ein todter Wurm auf zwei und einen halben Schritt der Länge nach kam. An einer Stelle zählte er in einer Länge von sechzehn Schritten nicht weniger als 45 todte Würmer. Nach den oben mitgetheilten Thatsachen ist es nicht wahrscheinlich, dasz diese Würmer ertrunken sein können; denn wenn sie ertrunken wären, würden sie in ihren Röhren umgekommen sein. Ich glaube, sie waren bereits krank und ihr Tod wurde nur dadurch beschleunigt, dasz der Boden überfluthet wurde.

Es ist oft gesagt worden, dasz unter gewöhnlichen Verhältnissen gesunde Würmer niemals oder sehr selten vollständig ihre Röhren des Nachts verlassen; dies ist aber ein Irrthum wie WHITE von Selborne

⁴ Ich werde oft Veranlassung haben, Mr. Perrier's ausgezeichnete Abhandlung „Organisation des Lombriciens terrestres“ in den Archives de Zool. expérim. Tom. 3, 1874, p. 372, zu citiren. C. J. Morren (De Lumbrici terrestres hist. nat. 1829, p. 14) fand, dasz die Würmer im Sommer ein Untertauchen von fünfzehn bis zwanzig Tagen vertrugen, dasz sie aber im Winter bei einer solchen Behandlung starben.

⁵ Morren, De Lumbrici terrestres hist. nat. 1829. p. 67.

schon vor langer Zeit wusste. Nach sehr starkem Regen ist am Morgen die feine Schicht Schmutz oder des sehr feinen Sandes auf Kieswegen häufig deutlich durch ihre Spuren gezeichnet. Ich habe dies von August bis Mai, beide Monate eingeschlossen, bemerkt und es kommt wahrscheinlich während der beiden übrigen Monate des Jahres ebenfalls vor, wenn sie nasz sind. Bei diesen Gelegenheiten waren überall nur sehr wenig todte Würmer zu sehen. Am 31. Januar 1881 waren nach einem lang anhaltenden und ungewöhnlich heftigen Frost mit viel Schnee, sobald Thauwetter eintrat, die Wege mit unzähligen Spuren gezeichnet. Bei einer Gelegenheit konnte man fünf Spuren zählen, welche einen Raum von nur einem Quadratzoll kreuzten. Zuweilen konnte man sie bis zu oder von den Mündungen der Röhren in den Kieswegen verfolgen, auf Entfernungen von zwischen 2 oder 3 bis zu 15 Yards. Ich habe niemals zwei Spuren gesehen, die zu derselben Röhre führten; auch ist es nicht wahrscheinlich nach dem was wir sofort über ihre Sinnesorgane sehen werden, dasz ein Wurm sich zu seiner Röhre zurückfinden könnte, nachdem er sie einmal verlassen hat. Sie verlassen allem Anscheine nach ihre Röhren zu einer Entdeckungsreise und finden auf diese Weise neue Wohnorte.

MORREN gibt an ⁶, dasz Würmer häufig stundenlang beinahe bewegungslos dicht unter der Mündung ihrer Röhren liegen. Ich habe gelegentlich dieselbe Thatsache bei Würmern beobachtet, welche ich in Töpfen im Hause hielt, so dasz beim Hinabsehen in ihre Röhren ihre Köpfe so eben noch gesehen werden konnten. Wenn die ausgeworfene Erde oder der Abfall über den Röhren plötzlich entfernt wird, so sieht man sehr oft, wie sich das Ende des Wurmkörpers rapid zurückzieht. Diese Gewohnheit, nahe an der Oberfläche zu liegen, bringt ihre Zerstörung in ungeheurem Grade mit sich. Während gewisser Zeiten des Jahres ziehen an jedem Morgen die Drosseln und Amseln auf all den Lichtungen über das ganze Land hin, eine erstaunliche Anzahl Würmer aus ihren Höhlen; und dies könnten sie nicht thun, wenn sie nicht dicht an der Oberfläche lägen. Es ist nicht wahrscheinlich, dasz die Würmer zum Zwecke frische Luft zu athmen in dieser Weise handeln, denn wir haben gesehen, dasz sie eine lange Zeit unter Wasser leben können. Ich glaube, sie liegen wegen der Wärme der Oberfläche nahe, und dies besonders des Morgens; und wir werden später finden, dasz

⁶ De Lumbrici terrestris hist. nat. etc. p. 14.

sie häufig die Mündungen ihrer Röhren mit Blättern auskleiden, allem Anscheine nach, um zu verhindern, dass ihre Körper mit der kalten feuchten Erde in dichte Berührung kommen. Es wird angegeben, dass sie ihre Röhren während des Winters vollständig verschlieszen.



Fig. 1. Zeichnung des Verdauungscanals eines Regenwurms (*Lumbricus*), copirt nach RAY LANKESTER in Quart. Journ. of Microscop. Science, Vol. 15. N. S. pl. VII.

Bau. — Über diesen Gegenstand müssen ein paar Bemerkungen hier mitgetheilt werden. Der Körper eines grossen Wurmes besteht aus von 100 bis 200 beinahe cylindrischen Ringen oder Segmenten, von denen jedes mit kleinen Borsten versehen ist. Das Muskelsystem ist gut entwickelt. Würmer können ebenso gut rückwärts wie vorwärts kriechen und können sich mit Hülfe ihres fest haftenden Schwanzes mit ausserordentlicher Geschwindigkeit in ihre Röhren zurückziehen. Der Mund liegt am vordern Ende des Körpers und ist mit einem kleinen Vorsprung versehen (Lappen oder Lippe, wie er verschiedentlich genannt worden ist), welcher zum Ergreifen gebraucht wird. Innen findet sich hinter dem Munde ein starker Schlundkopf, wie er in der beistehenden Zeichnung (Fig. 1) dargestellt ist, welcher, wenn das Thier iszt, vorgestülpt wird, und dieser Theil entspricht nach der Angabe von PERRIER dem vorstülpbaren Rüssel oder der Proboscis anderer Anneliden. Der Schlundkopf führt in die Speiseröhre; am unteren Theil finden sich auf jeder Seite von dieser drei Paare grosser Drüsen, welche eine überraschende Menge kohlensauren Kalks absondern. Diese kalkführenden Drüsen sind in hohem Grade merkwürdig, denn bei keinem anderen Thiere ist etwas ihnen ähnliches bekannt worden. Ihr Gebrauch wird erörtert werden, wenn wir vom Verdauungsprocesz handeln werden.

In den meisten Arten ist die Speiseröhre vor dem Kaumagen in einen Kropf erweitert. Der Kaumagen ist mit einer glatten, dicken chitinigen Haut ausgekleidet und von schwachen Längs-, aber starken Quermuskeln umgeben. PERRIER sah diese Muskeln in energischer Thätigkeit; und die Zerkleinerung der Nahrung musz, wie er bemerkt, hauptsächlich durch dieses Organ bewirkt werden, denn Würmer besitzen keine Kiefer oder Zähne irgend welcher Art. Sandkörner und

kleine Steinchen von $\frac{1}{20}$ bis wenig mehr als $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser sind meistens in ihren Kaumägen und Därmen zu finden. Da es sicher ist, dasz Würmer viele kleine Steinchen verschlingen, unabhängig von denen, welche sie beim Aushöhlen ihrer Röhren verschlucken, so ist es wahrscheinlich, dasz dieselben wie Mühlsteine zum Zermahlen ihrer Nahrung dienen. Der Kaumagen öffnet sich in den Darm, welcher in einem geraden Verlauf zum After am hinteren Ende des Körpers geht. Der Darm bietet ein merkwürdiges Gebilde dar, die Typhlosolis oder, wie es die alten Anatomen nannten, einen Darm innerhalb des Darms; CLAPARÈDE hat gezeigt⁷, dasz derselbe aus einer tiefen longitudinalen Einfaltung der Darmwände besteht, durch welches Mittel eine grosse absorbirende Fläche gewonnen wird.

Das Circulationssystem ist gut entwickelt. Würmer athmen mit ihrer Haut, da sie keinerlei specielle Respirationsorgane besitzen. Die beiden Geschlechter sind in einem und demselben Individuum vereinigt; aber es paaren sich zwei Individuen zusammen. Das Nervensystem ist ziemlich gut entwickelt und die zwei beinahe zusammenfließenden Gehirnganglien liegen sehr nahe am vorderen Ende des Körpers.

Sinne. — Den Würmern fehlen Augen, und Anfangs glaubte ich, dasz sie für Licht vollständig unempfindlich seien; denn die in der Gefangenschaft gehaltenen wurden häufig mittelst eines Lichtes und andere im Freien mittelst einer Laterne beobachtet; und doch wurden sie nur selten beunruhigt, obschon sie äusserst furchtsame Thiere sind. Auch haben andere Personen keine Schwierigkeit gefunden, mit denselben Mitteln Würmer des Nachts zu beobachten⁸.

Indessen gibt HOFFMEISTER an⁹, dasz die Würmer mit Ausnahme einiger wenigen Individuen für Licht äusserst empfindlich sind; doch gibt er zu, dasz in den meisten Fällen eine gewisse Zeit für seine Einwirkung nothwendig ist. Diese Angaben veranlaszten mich, die in Töpfen gehaltenen Würmer in vielen auf einander folgenden Nächten zu beobachten; dieselben waren mittelst Glasplatten gegen Luftzüge geschützt. Ich näherte mich den Töpfen sehr leise, um keine Erschütterung des Bodens zu veranlassen. Wenn unter solchen Um-

⁷ Histologische Untersuchungen über die Regenwürmer in: Zeitschrift für wiss. Zoologie, 19. Bd. 1869. p. 611.

⁸ So z. B. Mr. Bridgman und Mr. Newman (The Zoologist, Vol. 7. 1849. p. 2576), ebenso einige Freunde, welche in meinem Interesse Würmer beobachteten.

⁹ Familie der Regenwürmer. 1845. p. 18.

ständen Würmer mit einer Bull's-eye-Laterne beleuchtet wurden, in welcher Scheiben von dunkelblauem und rothem Glase waren, welche das Licht so stark abschwächten, dasz sie nur mit ziemlicher Schwierigkeit gesehen werden konnten, so wurden sie durch eine solche Lichtmenge durchaus nicht afficirt, wie lange sie derselben auch ausgesetzt werden mochten. So weit ich es beurtheilen konnte, war das Licht heller als das des Vollmonds. Seine Farbe brachte allem Anscheine nach keine Verschiedenheit im Resultat hervor. Wenn sie mit einem Lichte oder selbst mit einer hellen Paraffinlampe beleuchtet wurden, so wurden sie gewöhnlich nicht gleich Anfangs afficirt. Auch wurden sie es nicht, wenn das Licht abwechselnd zugelassen und ausgeschlossen wurde. Zuweilen benahmen sie sich indessen hiervon sehr verschieden; denn sobald das Licht auf sie fiel, zogen sie sich mit beinahe augenblicklicher Geschwindigkeit in ihre Löcher zurück. Dies ereignete sich vielleicht einmal unter einem Dutzend Malen. Wenn sie sich nicht augenblicklich zurückzogen, so erhoben sie häufig das vordere sich verdünnende Ende ihres Körpers vom Boden, als ob ihre Aufmerksamkeit erregt wäre oder als wenn sie Überraschung fühlten, oder sie bewegten ihren Körper von einer Seite zur andern, als wenn sie nach einem Gegenstande tasteten. Es schien als wenn sie das Licht störte; ich zweifle, dasz dies wirklich der Fall war, denn bei zwei Gelegenheiten blieben sie, nachdem ich mich langsam zurückgezogen hatte, eine lange Zeit so liegen, dasz ihr vorderes Ende ein wenig aus den Mündungen ihrer Löcher hervorragte, in welcher Stellung sie bereit waren, sich augenblicklich und vollständig zurück zu ziehen.

Wenn das Licht einer Kerze mittelst einer groszen Linse auf das vordere Körperende concentrirt wurde, so zogen sie sich meist augenblicklich zurück; doch hatte dieses concentrirte Licht vielleicht einmal unter einem halben Dutzend Versuchen keine Wirkung. Bei einer Gelegenheit wurde das Licht auf einen Wurm concentrirt, welcher in einer Schale unter Wasser lag und er zog sich augenblicklich in seine Höhle zurück. In allen Fällen brachte die Dauer des Lichtes, wenn es nicht ein äusserst schwaches war, einen groszen Unterschied im Resultate hervor; denn Würmer, welche vor einer Paraffinlampe oder einer Kerze dem Lichte ausgesetzt wurden, zogen sich ausnahmslos innerhalb fünf bis fünfzehn Minuten in ihre Höhlen zurück; und wenn am Abend die Töpfe beleuchtet wurden, ehe die Würmer herausgekommen waren, so erschienen sie gar nicht an der Oberfläche.

Nach den vorstehenden Thatsachen ist es offenbar, dasz das Licht die Würmer durch seine Intensität und durch seine Dauer afficirt. Es ist nur das vordere Ende des Körpers, wo die Gehirnganglien liegen, welches durch das Licht beeinflusst wird, wie HOFFMEISTER anführt und wie ich bei vielen Gelegenheiten beobachtet habe. Wenn dieser Theil beschattet wird, so können andere Theile des Körpers voll beleuchtet werden und es wird keine Wirkung erzielt. Da diese Thiere keine Augen haben, so müssen wir annehmen, dasz das Licht durch ihre Haut durchtritt und in irgend einer Weise ihre Hirnganglien reizt. Anfangs erschien es mir wahrscheinlich, dasz man die verschiedene Art und Weise, in welcher sie bei verschiedenen Gelegenheiten afficirt wurden, entweder durch den Grad der Ausdehnung ihrer Haut und die davon abhängende Durchsichtigkeit, derselben oder durch irgend eine besondere Art des Auffallens des Lichtes erklären könne; ich konnte aber keine derartige Beziehung entdecken. Eines war offenbar, nämlich: wenn die Würmer damit beschäftigt waren, Blätter in ihre Höhlen zu ziehen oder dieselben zu fressen und selbst während der kurzen Intervalle, während sie von ihrer Arbeit ausruhten, nahmen sie entweder das Licht nicht wahr oder achteten nicht darauf; und dies kam sogar vor, wenn das Licht durch eine grosse Linse auf sie concentrirt wurde. Ferner während sie sich begatten, bleiben sie ein oder zwei Stunden ausserhalb ihrer Röhren völlig dem Morgenlichte ausgesetzt; aber nach dem was HOFFMEISTER sagt, hat es den Anschein, als ob das Licht gelegentlich es verursache, dasz sich gepaarte Individuen von einander trennen.

Wenn ein Wurm plötzlich beleuchtet wird und wie ein Kaninchen in seine Höhle hinabschieszt, — um den von einem Freunde angewendeten Ausdruck zu gebrauchen — so werden wir zunächst darauf geführt, die Handlung als eine Reflexthätigkeit anzusehen. Die Neigung der Gehirnganglien scheint gewisse Muskeln in einer ganz unvermeidlichen Weise zum Zusammenziehen zu veranlassen, unabhängig von dem Willen oder dem Bewusstsein des Thieres als wäre es ein Automat. Aber die verschiedene Wirkung, welche ein Licht bei verschiedenen Gelegenheiten hervorbringt, und besonders die Thatsache, dasz ein Wurm, wenn er in irgend einer Weise beschäftigt ist und auch in den Intervallen einer solchen Beschäftigung, was für eine Gruppe von Muskeln und Ganglien auch dabei in's Spiel gebracht worden sein mag, häufig des Lichtes nicht achtet, stehen der Ansicht entgegen, dasz das

plötzliche Zurückziehen eine einfache Reflexthätigkeit ist. Wenn bei den höheren Thieren die gespannte Aufmerksamkeit auf irgend einen Gegenstand zur Nichtbeachtung der Eindrücke führt, welche andere Gegenstände auf sie hervorbringen müssen, so schreiben wir dies dem zu, dasz ihre Aufmerksamkeit dann absorbirt sei, und Aufmerksamkeit setzt das Vorhandensein einer Seele voraus. Jeder Jäger weisz, dasz er Thiere, während sie grasen oder kämpfen oder sich den Hof machen, viel leichter beschleichen kann, als zu anderen Zeiten. Auch ist der Zustand des Nervensystems der höheren Thiere zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden: so erschrickt z. B. ein Pferd zu einer Zeit viel leichter als zu einer anderen. Der hier angewandte Vergleich zwischen den Handlungen eines der höheren Thiere und eines in der Stufenreihe so tief stehenden wie der Regenwurm, könnte weit hergeholt scheinen; denn wir legen damit dem Regenwurm Aufmerksamkeit und irgend eine geistige Fähigkeit bei. Nichtsdestoweniger kann ich keinen Grund sehen, die Richtigkeit eines solchen Vergleichs zu bezweifeln.

Ogleich man nicht sagen kann, dasz die Würmer das Vermögen des Gesichts besitzen, so setzt sie doch ihre Empfindlichkeit für Licht in den Stand, zwischen Tag und Nacht zu unterscheiden; und sie entgehen hierdurch der auszerordentlichen Gefahr, welche ihnen von den vielen Tagthieren droht, die Jagd auf sie machen. Ihr Zurückziehen in ihre Höhlen während des Tages scheint indessen eine gewohnheitsgemäße Handlung geworden zu sein; denn Würmer, welche in Töpfen gehalten wurden, die mit Glasplatten bedeckt, (über welche Bogen schwarzen Papiers ausgebreitet waren,) und vor ein Nordostfenster gestellt wurden, blieben während der Tageszeit in ihren Höhlen und kamen jede Nacht heraus. Auch fuhren sie eine Woche lang fort, sich so zu benehmen. Ohne Zweifel dürfte ein wenig Licht zwischen den Glasplatten und dem geschwärzten Papier eingedrungen sein; wir wissen aber nach den Versuchen mit gefärbtem Glase, dasz Würmer gegen eine geringe Lichtmenge indifferent sind.

Würmer scheinen für eine mäsige strahlende Wärme weniger empfindlich zu sein, als für ein helles Licht; ich beurtheile dies danach, dasz ich zu verschiedenen Zeiten ein bis zum dunkelroth Glühen erhitztes Schüreisen in die Nähe einiger Würmer gebracht habe, in einer Entfernung, welche auf meiner Hand einen sehr merkbaren Wärmegrad verursachte. Einer von ihnen nahm gar keine Notiz davon; ein zweiter zog sich in seine Höhle zurück, aber nicht schnell; der dritte und vierte

zogen sich schneller zurück und der fünfte so schnell wie möglich. Das Licht einer Kerze, welches durch eine Linse concentrirt wurde und durch eine Glasplatte trat, die die meisten Wärmestrahlen zurückhielt, verursachte meistens ein viel rapideres Zurückziehen als das erhitze Schüreisen. Würmer sind für eine niedrige Temperatur empfindlich, wie daraus zu schlieszen ist, dasz sie während eines Frostes nicht aus ihren Röhren heraus kommen.

Würmer besitzen keinerlei Gehörsinn. Sie nahmen nicht die geringste Notiz von den durchdringenden Tönen einer Metallpfeife, welche wiederholt in ihrer Nähe hervorgebracht wurden; ebensowenig von den tiefsten und lautesten Tönen eines Fagots. Sie verhielten sich indifferent gegen Geschrei, wenn nur Sorgfalt angewendet wurde, dasz sie der Athem nicht traf. Wenn sie auf einem Tisch, dicht bei den Tasten eines Claviers gestellt wurden, welches so laut wie möglich gespielt wurde, so blieben sie vollkommen ruhig.

Obgleich sie für Schwingungen in der Luft, die für uns hörbar sind, unempänglich sind, so sind sie doch äusserst empfindlich für Schwingungen in jedem festen Körper. Wenn die Töpfe, welche die zwei Würmer enthielten, die für den Klang eines Claviers vollständig unempfindlich geblieben waren, auf dies Instrument gestellt wurden und der Ton *c* im Baszschlüssel angeschlagen wurde, so zogen sich Beide augenblicklich in ihre Löcher zurück. Nach einiger Zeit kamen sie wieder heraus, und als nun der Ton $\bar{g}$, über dem System im Violinschlüssel, angeschlagen wurde, so zogen sie sich wieder zurück. Unter ähnlichen Umständen in einer anderen Nacht fuhr ein Wurm rapid in seine Höhle, als ein sehr hoher Ton nur einmal angeschlagen wurde, ebenso der andere Wurm als das $\bar{c}$ im Violinschlüssel angeschlagen wurde. Bei dieser Gelegenheit berührten die Würmer die Seiten der Töpfe nicht, welche in Untertassen standen; die Schwingungen hatten daher, ehe sie die Körper der Würmer erreichten, durch den Resonanzboden des Claviers, durch die Untertassen, den Boden des Topfes und die feuchte nicht sehr compacte Erde zu dringen, auf welcher letzterer die Würmer, mit ihren Schwänzen in ihren Höhlen lagen. Sie offenbarten häufig ihre Empfindlichkeit, wenn der Topf in welchem sie lebten, oder der Tisch, auf welchem der Topf stand, zufällig unbedeutend angestossen wurde, sie erschienen aber weniger empfindlich für solche Erschütterungen als für die Schwingungen des Claviers; auch ist ihre Empfindlichkeit für Erschütterungen zu verschiedenen Zeiten sehr

verschieden. Es ist häufig angegeben worden, dasz, wenn der Boden geschlagen oder auf andere Weise zum Erzittern gebracht würde, die Würmer dann glaubten, dasz sie von einem Maulwurf verfolgt würden und daher ihre Höhlen verlieszen. Ich schlug den Boden an vielen Stellen, wo Würmer äusserst zahlreich vorhanden waren, aber nicht einer kam heraus. Wenn indessen der Boden mit einer Gabel umgegraben und unterhalb eines Wurms heftig aufgewühlt wird, so kriecht er häufig schnell aus seiner Höhle.

Der ganze Körper eines Wurms ist gegen Berührung empfindlich. Ein leiser Luftstosz aus dem Munde verursacht ein augenblickliches Zurückziehen. Die über die Töpfe gelegten Glasplatten schlossen nicht dicht und es genügte häufig, um ein rapides Zurückziehen zu veranlassen, durch die sehr engen, dabei offen bleibenden Spalten zu blasen. Sie nahmen zuweilen die Wirbel in der Luft wahr, welche durch das schnelle Entfernen der Glasplatten verursacht wurden. Wenn ein Wurm zuerst aus seiner Höhle herauskommt, so bewegt er meistens das bedeutend ausgedehnte vordere Ende seines Körpers in allen Richtungen von einer Seite zur anderen, augenscheinlich als ein Gefühlsorgan; und es ist auch, wie wir im nächsten Capitel sehen werden, einiger Grund zur Annahme vorhanden, dasz sie hierdurch in den Stand gesetzt werden, einen allgemeinen Begriff von der Form eines Gegenstandes zu erhalten. Von allen ihren Sinnen ist der des Gefühls, unter diesem Ausdruck auch die Wahrnehmung einer Schwingung mit einbegreifend, wie es scheint, der bei weitem am höchsten entwickelte.

Der Geruchssinn ist bei Würmern allem Anscheine nach auf die Wahrnehmung gewisser Gerüche beschränkt und ist schwach. Gegen meinen Athem waren sie völlig unempfindlich, so lange ich sehr ruhig auf sie athmete. Dies wurde deshalb versucht, weil es möglich schien, dasz sie in dieser Weise vor der Annäherung eines Feindes gewarnt würden. Sie boten dieselbe Unempfindlichkeit gegen meinen Athem dar, während ich etwas Tabak kaute und während ich ein Bäuschchen Watte mit wenigen Tropfen von Mille-fleurs-Parfüm oder von Essigsäure in meinem Munde hielt. In Tabakssaft, in Mille-fleurs-Parfüm und in Paraffin getauchte Bäuschchen von Watte wurden mit Pinnetten gehalten und ungefähr innerhalb zwei oder drei Zoll von mehreren Würmern entfernt hin und her bewegt, aber sie nahmen keine Notiz davon. Bei einer oder zwei Gelegenheiten indessen erschienen, als Essigsäure auf die Bäuschchen gebracht worden war, die

Würmer unbehaglich, und dies war wahrscheinlich eine Folge der Reizung ihrer Haut. Die Wahrnehmung solcher unnatürlicher Gerüche würde für die Würmer von keinem Nutzen sein; und da so furchtsame Geschöpfe beinahe sicher irgend ein Zeichen der Wahrnehmung irgend eines neuen Eindrucks darbieten würden, so können wir schlieszen, dasz sie diese Gerüche nicht wahrnahmen.

Das Resultat war verschieden, wenn Kohlblätter und Stückchen Zwiebel angewendet wurden, welches beides die Würmer mit viel Ergötzen verzehren. Kleine viereckige Stückchen von frischen und halb verwelkten Kohlblättern und von Zwiebeln wurden bei neun Gelegenheiten in meinen Töpfen ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll tief in gewöhnlicher Gartenerde eingegraben, und sie wurden immer von den Würmern entdeckt. Ein Kohlstückchen wurde im Verlauf von zwei Stunden entdeckt und entfernt; drei waren es am nächsten Morgen; das ist also nach einer einzigen Nacht, zwei andere nach zwei Nächten und das siebente Stückchen nach drei Nächten. Zwei Stückchen Zwiebel waren nach drei Nächten entdeckt und entfernt. Stücke rohen Fleisches, was die Würmer sehr lieben, wurden eingegraben und waren innerhalb acht und vierzig Stunden nicht entdeckt, während welcher Zeit sie noch nicht faul geworden waren. Die Erde über den verschiedenen eingegrabenen Gegenständen, wurde meistens nur leicht niedergedrückt, so dasz das Ausströmen irgend eines Geruchs nicht verhindert wurde. Bei zwei Gelegenheiten indessen wurde die Oberfläche ordentlich begossen und wurde dadurch etwas compact gemacht. Nachdem die Stückchen Kohl und Zwiebel entfernt worden waren, sah ich unter ihnen nach, ob die Würmer etwa zufällig von unten heraufgekommen wären; es fand sich aber keine Spur einer Röhre; und zweimal wurden die eingegrabenen Gegenstände auf Stanniolstückchen gelegt, welche aber nicht im mindesten aus ihrer Lage gebracht waren. Es ist natürlich möglich, dasz die Würmer, während sie sich, mit ihren Schwänzen sich in den Röhren noch festhaltend, auf der Oberfläche des Bodens umherbewegten, ihre Köpfe in die Stellen hineingesteckt haben könnten, wo die oben erwähnten Gegenstände vergraben waren; ich habe aber nie gesehen, dasz Würmer in dieser Weise gehandelt hätten. Einige Stücke von Kohlblättern und von Zwiebeln wurden zweimal unter sehr feinen eisen-schüssigen Sand vergraben, welcher leicht niedergedrückt und ordentlich mit Wasser begossen wurde, so dasz er sehr fest gemacht worden war, und diese Stücke wurden nie entdeckt. Bei einer dritten Gelegen-

heit wurde dieselbe Art Sand weder niedergedrückt noch begossen, und die Kohlstückchen waren nach der zweiten Nacht entdeckt und entfernt. Diese verschiedenen Thatsachen weisen darauf hin, dasz die Würmer ein gewisses Geruchsvermögen besitzen und dasz sie durch dies Mittel riechbare und viel verlangte Arten von Nahrung entdecken.

Es darf angenommen werden, dasz alle Thiere, welche sich von verschiedenen Substanzen ernähren, den Sinn des Geschmacks besitzen, und es ist sicher bei den Würmern der Fall. Kohlblätter werden von den Würmern sehr geliebt und es scheint, als ob sie zwischen den verschiedenen Varietäten unterscheiden könnten; dies dürfte aber vielleicht eine Folge von Verschiedenheiten in deren Textur sein. Bei elf Gelegenheiten wurden ihnen Stücke der frischen Blätter einer gewöhnlichen grünen Varietät und der zum Einmachen benutzten rothen Varietät gegeben, und sie zogen die grüne vor; die rothe wurde entweder gänzlich vernachlässigt oder viel weniger benagt. Bei zwei anderen Gelegenheiten indessen schienen sie die rothe Varietät vorzuziehen. Halb verweste Blätter der rothen Varietät und frische Blätter der grünen wurden ungefähr gleichmäszig angegriffen. Wenn Blätter vom Kohl, von Meerrettig (eine Lieblingsspeise) und von der Zwiebel zusammengegeben wurden, wurden die letzten immer und ganz deutlich vorgezogen. Blätter von Kohl, von der Linde, *Ampelopsis*, der Pastinake und dem Sellerie (*Apium*) wurden gleichfalls zusammengegeben, und diejenigen des Sellerie wurden zuerst gefressen. Wenn aber Blätter von Kohl, Rüben, Beten, Sellerie, wilder Kirsche und Carotten zusammengegeben wurden, so wurden die zwei letzteren Arten, ganz besonders die der Carotten, allen übrigen vorgezogen, mit Einschluß derjenigen des Sellerie. Aus vielen Versuchen gieng auch deutlich hervor, dasz die Blätter der wilden Kirsche denen der Linde und des Haselstrauchs (*Corylus*) bedeutend vorgezogen wurden. Nach der Angabe von Mr. BRIDGMAN lieben die Würmer die halbverwelkten Blätter von *Phlox verna* ganz besonders ¹⁰.

Stücke von Kohlblättern, von Blättern von Rüben, Meerrettig und Zwiebeln wurden während 22 Tagen auf den Töpfen gelassen, alle wurden angegriffen und muszten erneuert werden; aber während dieser ganzen Zeit wurden die Blätter einer Art *Artemisia*, des Salbei, Thymian und der Münze, die mit den eben genannten Blättern unter-

¹⁰ The Zoologist, Vol. 7. 1849. p. 2576.

mengt waren, völlig vernachlässigt, mit Ausnahme der Münzblätter, welche gelegentlich und sehr unbedeutend benagt waren. Diese letzteren vier Arten Blätter weichen in ihrer Textur in keiner den Würmern möglicher Weise unangenehm werdenden Weise ab; sie haben Alle einen starken Geschmack, dasselbe haben aber auch die vier zuerst erwähnten Blattarten; und die grosse Verschiedenheit im Resultat musz dem zugeschrieben werden, dasz die Würmer dem einen Geschmack einen Vorzug vor dem anderen geben.

Geistige Eigenschaften. — Über diesen Punkt ist nur wenig zu sagen. Wir haben gesehen, dasz Würmer furchtsam sind. Es dürfte bezweifelt werden, ob sie, wenn sie verletzt werden, so viel Schmerzen empfinden, wie sie durch ihre Windungen auszudrücken scheinen. Nach ihrer Gier für gewisse Futterarten zu urtheilen, müssen sie sich des Genusses des Fressens erfreuen. Ihre geschlechtliche Leidenschaft ist stark genug, eine Zeit lang ihre Furcht vor dem Licht zu überwinden. Sie haben vielleicht eine Spur eines socialen Gefühls; denn sie werden nicht gestört, wenn sie sich einander über die Körper wegkriechen und häufig liegen sie miteinander in Berührung. Nach der Angabe von HOFFMEISTER verbringen sie den Winter entweder einzeln oder mit anderen in eine Kugel zusammengerollt am Grunde ihrer Röhren ¹¹. Obgleich die Würmer in Bezug auf die verschiedenen Sinnesorgane so merkwürdig mangelhaft ausgerüstet sind, so schlieszt dies doch nicht nothwendig Intelligenz aus, wie wir nach solchen Fällen wie dem der LAURA BRIDGMAN wissen; und wir haben gesehen, dasz sie, wenn ihre Aufmerksamkeit gefesselt wird, Eindrücke vernachlässigen, auf welche sie unter anderen Umständen geachtet haben würden; und Aufmerksamkeit weist auf das Vorhandensein einer Seele von irgend welcher Art hin. Sie werden auch zu gewissen Zeiten viel leichter erregt als zu anderen. Sie führen einige wenige Handlungen instinctiv aus, d. h. sämtliche Individuen mit Einschlusz der Jungen führen derartige Handlungen in nahezu derselben Manier aus. Dies zeigt sich in der Art und Weise, in welcher die Arten von *Perichaeta* ihre Excremente auswerfen, so dasz Thürmchen gebildet werden; auch in der Art und Weise, in welcher die Röhren des gemeinen Regenwurmes glatt mit feiner Erde und oft mit kleinen Steinchen, und die Mündungen ihrer Röhren mit Blättern ausgekleidet werden. Einer der

¹¹ Familie der Regenwürmer, p. 13.

stärksten Instincte ist das Verstopfen der Mündungen ihrer Röhren mit verschiedenen Gegenständen, und sehr junge Würmer handeln schon in dieser Weise. Ein gewisser Grad von Intelligenz scheint aber, wie wir in dem nächsten Capitel sehen werden, bei dieser Arbeit dargeboten zu werden, — ein Resultat, welches mich mehr überrascht hat, als irgend etwas anderes in Bezug auf die Würmer.

Nahrung und Verdauung. — Die Würmer sind omnivor. Sie verschlingen eine enorme Menge Erde, aus welcher sie jede verdauliche Substanz, die dieselbe enthalten mag, ausziehen; aber auf diesen Gegenstand musz ich noch einmal zurückkommen. Sie verzehren auch eine grosze Anzahl halbverwelkter Blätter aller Arten, mit Ausnahme einiger weniger, welche einen unangenehmen Geschmack haben oder für sie zu zähe sind; ebenso Blattstiele, Blüthenstiele und halb verwelkte Blüthen. Sie verzehren aber auch frische Blätter, wie ich nach wiederholten Versuchen gefunden habe. Nach der Angabe von MORREN¹² fressen sie Stückchen Zucker und Süszholz, und die Würmer, welche ich hielt, zogen viele Stückchen trockener Stärke in ihre Löcher; und ein solches groszes Stück hatte abgerundete Kanten in Folge der Einwirkung der aus ihrem Munde abgesonderten Flüssigkeit. Da sie aber oft Stückchen weicherer Steinarten, wie z. B. Kreide, in ihre Löcher ziehen, so möchte ich fast bezweifeln, ob sie die Stärke als Nahrungsmittel brauchten. Stücke von rohem und geröstetem Fleische wurden mehrere Male mit langen Nadeln in meinen Töpfen auf die Oberfläche der Erde befestigt und Nacht auf Nacht konnte man sehen, wie die Würmer an ihnen zerrten, wobei die Ränder der Stücken in ihren Mundhöhlen staken, so dasz viel davon verzehrt wurde. Rohes Fett schien selbst rohem Fleische und jeder anderen Substanz, die ihnen vorgesetzt wurde, vorgezogen zu werden, und es wurde viel davon verzehrt. Sie sind Kannibalen; denn als die zwei Hälften eines todten Wurmes in zwei von den Töpfen gelegt wurden, wurden dieselben in die Wurmlöcher gezogen und benagt; soweit ich es aber beurtheilen konnte, ziehen sie frisches Fleisch faulem vor, und insoweit weiche ich von HOFFMEISTER ab.

LÉON FRÉDÉRICQ gibt an¹³, dasz die Verdauungsflüssigkeit der Würmer von derselben Natur ist, wie das Secret der Bauchspeicheldrüse

¹² De Lumbrici terrestris hist. nat. etc. p. 19.

¹³ Archives de Zoologie expérim. T. 7. 1878. p. 394.

der höheren Thiere, und dieser Schlusß stimmt vollkommen mit den Arten von Nahrungsmitteln überein, welche die Würmer consumiren. Der pancreatische Saft emulgirt Fett, und wir haben soeben gesehen, wie gierig Würmer Fett verschlingen; er löst Fibrin auf, und Würmer fressen rohes Fleisch; er verwandelt Stärke in Traubenzucker mit wunderbarer Schnelligkeit, und wir werden sofort sehen, daß der Verdauungssaft der Würmer auf Stärke wirkt¹⁴. Sie leben aber hauptsächlich von halbverwelkten Blättern, und diese würden für sie nutzlos sein, wenn sie nicht die Cellulose, welche die Zellwände bildet, verdauen könnten; denn es ist bekannt, daß alle übrigen nahrunghaften Substanzen beinahe vollständig aus den Blättern entfernt werden kurz ehe sie abfallen. Es ist indessen jetzt ermittelt worden, daß Cellulose, obschon der Magensaft der höheren Thiere nur sehr wenig oder gar nicht auf dieselben wirkt, vom pancreatischen Saft angegriffen wird¹⁵.

Cellulose

Die halb verwelkten oder frischen Blätter, welche die Würmer zu verzehren beabsichtigen, werden von ihnen in die Mündungen ihrer Röhren bis in eine Tiefe von ein bis drei Zoll gezogen und dann mit einer von ihnen abgesonderten Flüssigkeit befeuchtet. Man hat angenommen, daß diese Flüssigkeit dazu diene, ihren Zerfall zu beschleunigen; aber eine große Zahl von Blättern wurde zweimal aus den Wurmröhren herausgezogen und viele Wochen lang in einer sehr feuchten Atmosphäre unter einer Glasglocke in meinem Arbeitszimmer gehalten; und die Theile, welche von den Würmern befeuchtet worden waren, zerfielen in keiner irgend deutlichen Weise schneller als die anderen. Wenn den Würmern, die in Gefangenschaft gehalten wurden, am Abend frische Blätter gegeben und dieselben früh am nächsten Morgen untersucht wurden, daher nicht sehr viele Stunden, nachdem sie in ihre Löcher gezogen worden waren, so zeigte die Flüssigkeit, mit der sie befeuchtet waren, bei der Untersuchung mit neutralem Lackmuspapier eine alkalische Reaction. Es zeigte sich wiederholt, daß dies der Fall war bei Sellerie-, Kohl- und Rübenblättern. Theile derselben Blätter, welche nicht von den Würmern befeuchtet waren, wurden mit wenigen Tropfen destillirten Wassers gestoszen und der in dieser Weise ausgezogene Saft war nicht alkalisch. Einige Blätter indessen, welche

¹⁴ Über die Wirkung des pancreatischen Fermentes s. A Text-Book of Physiology, by Michael Foster. 2. edit. 1878, p. 178—203.

¹⁵ Schmulewitsch, Action des Sucs digestifs sur la Cellulose in: Bull. Acad. Imp. St. Pétersbourg, T. 25. p. 549. 1879.

im Freien zu einer vorausgegangenen, aber nicht bekannten Zeit in die Wurmlöcher gezogen worden waren, wurden gleichfalls untersucht und obgleich sie noch feucht waren, boten sie nur selten auch nur eine Spur einer alkalischen Reaction dar.

Die Flüssigkeit, mit welcher die Blätter befeuchtet werden, wirkt auf sie, so lange sie frisch oder nahezu frisch sind, in einer merkwürdigen Weise; denn sie tödtet und entfärbt dieselben schnell. So waren die Enden eines frischen Möhrenblattes, welches in eine Wurm-röhre gezogen worden war, nach zwölf Stunden von einer dunkelbraunen Färbung. Die Flüssigkeit wirkte auf Blätter von Sellerie, Rüben, Ahorn, Ulme, Linde, auf dünne Blätter von Epheu und gelegentlich Kohlblätter in ähnlicher Weise. Das Ende eines Blattes von *Triticum repens*, was noch an der wachsenden Pflanze hieng, war in eine Höhle gezogen worden, und dieser Theil war dunkelbraun und abgestorben, während das übrige Blatt noch frisch und grün war. Mehrere aus Wurmröhren im Freien genommene Linden- und Ulmenblätter zeigten sich in verschiedenen Graden beeinflusst. Die erste Veränderung ist allem Anscheine nach die, dasz die Venen schmutzig röthlich-orange werden. Die Zellen mit Chlorophyll verlieren dann zunächst mehr oder weniger vollständig ihre grüne Färbung und ihr Inhalt wird schlieszlich braun. Die in dieser Weise afficirten Theile erschienen häufig durch den Licht-reflex beinahe schwarz; wurden sie aber als durchsichtiger Gegenstand unter dem Mikroskope betrachtet, so wurde an sehr kleinen Fleckchen Licht durchgelassen, und dies war an den nicht afficirten Theilen der nämlichen Blätter nicht der Fall. Diese Wirkungen zeigen indess nur, dasz die abgesonderte Flüssigkeit für Blätter in hohem Grade schädlich oder giftig ist; denn nahezu die nämlichen Wirkungen wurden in einer Zeit von ein bis zwei Tagen auf verschiedene Arten junger Blätter hervorgebracht, nicht nur durch künstlichen pancreatischen Saft, welcher mit oder ohne Thymol hergestellt war, sondern auch schnell durch eine Lösung von Thymol allein. Bei einer Gelegenheit wurden Blätter von *Corylus* dadurch stark entfärbt, dasz sie achtzehn Stunden lang in pancreatischem Saft ohne irgend welches Thymol liegen gelassen wurden. Auf junge und zarte Blätter wirkte ein Einlegen in menschlichen Speichel während ziemlich warmen Wetters in derselben Weise wie der pancreatische Saft, aber nicht so schnell. Die Blätter wurden in allen diesen Fällen häufig mit der Flüssigkeit infiltrirt.

Grosze Blätter von einem an einer Mauer wachsenden Epheu

waren so zäh, dass sie von den Würmern nicht benagt werden konnten, aber nach vier Tagen waren sie durch die aus dem Munde der Würmer sich ergießende Absonderung in einer eigenthümlichen Weise afficirt. Die oberen Flächen der Blätter, über welche die Würmer gekrochen waren, wie sich aus dem auf denselben zurückgelassenen Schmutz zeigte, waren in gewundenen Linien von einer entweder zusammenhängenden oder unterbrochenen Kette weiszlicher und häufig sternförmiger Flecke von ungefähr 2 mm Durchmesser gezeichnet. Das sich hier nach ergebende Aussehn war dem eines Blattes merkwürdig gleich, in welches die Larve irgend eines minutiösen Insectes gegraben hatte. Mein Sohn FRANCIS aber konnte, nachdem er Schnitte gemacht und untersucht hatte, nirgends finden, dass die Zellwände durchbrochen oder die Epidermis durchlöchert gewesen wäre. Wenn der Schnitt durch die weiszlichen Flecke hindurch gieng, sah man, dass die Chlorophyllkörner mehr oder weniger entfärbt waren und einige der Pallisaden- und Mesophyll-Zellen enthielten nichts als zerbröckelte körnige Massen. Diese Wirkungen müssen der Transsudation der Secretion durch die Epidermis in die Zellen zugeschrieben werden.

Die Absonderung, mit welcher die Würmer die Blätter befeuchten, wirkt gleichfalls auf die Stärkmehlkörner innerhalb der Zellen. Mein Sohn untersuchte einige Eschenblätter und viele Lindenblätter, welche von den Bäumen abgefallen waren und von den Würmern zum Theil in ihre Wurmröhren gezogen worden waren. Es ist bekannt, dass bei abgefallenen Blättern die Stärkmehlkörner in den Schutzzellen der Spaltöffnungen aufbewahrt werden. Nun war in verschiedenen Fällen das Stärkmehl zum Theil oder ganz aus diesen Zellen in den Blatttheilen, welche mit jener Absonderung befeuchtet worden waren, verschwunden, während es in den anderen Theilen der nämlichen Blätter noch gut erhalten war. Zuweilen war das Stärkmehl nur in einer der beiden Schutzzellen aufgelöst. In einem Falle war der Zellkern zusammen mit den Stärkmehlkörnern verschwunden. Das blosze Vergraben von Lindenblättern in feuchte Erde für eine Zeit von neun Tagen verursachte keine Zerstörung der Stärkmehlkörner. Auf der anderen Seite führte das Einlegen frischer Linden- und Kirschblätter für achtzehn Stunden in künstlichen pancreatischen Saft zur Auflösung der Stärkmehlkörner sowohl in den Schutzzellen als in den übrigen Zellen.

Aus dem Umstande, dass die Absonderung, mit welcher die Blätter befeuchtet werden, alkalisch ist und dass sie auf Beides, sowohl auf

die Stärkmehlkörner als auch auf den protoplasmatischen Zellinhalt wirkt, können wir schlieszen, dasz sie ihrem Wesen nach dem Speichel nicht ähnlich ist¹⁶, sondern dem prancreatischen Saft, und wir wissen durch FRÉDÉRICQ, dasz eine Absonderung dieser Art sich im Darne der Würmer findet. Da die Blätter, welche in die Wurmlöcher gezogen werden, häufig trocken und gerunzelt sind, so ist es, um von dem unbewaffneten Munde der Würmer zerkleinert zu werden, unumgänglich nöthig, dasz sie angefeuchtet und erweicht werden, und frische Blätter, wie weich und zart sie auch immer sein mögen, werden wahrscheinlich aus Gewohnheit ähnlich behandelt. Das Resultat ist, dasz sie zum Theil verdaut werden schon ehe sie in den Darmcanal aufgenommen werden. Mir ist nicht bekannt, dasz irgend ein anderer Fall von ausserhalb des Magens stattfindender Verdauung beschrieben worden wäre. Die *Boa constrictor* überzieht ihre Beute mit Speichel; dies geschieht aber nur, um sie schlüpfrig zu machen. Die grösste Analogie bieten vielleicht derartige Pflanzen dar wie *Drosera* und *Dionaea*; denn hier wird animale Substanz verdaut und in Pepton verwandelt, nicht innerhalb eines Magens, sondern auf der Oberfläche der Blätter.

Kalkführende Drüsen. — Diese Drüsen (s. Fig. 1) müssen nach ihrer Grösze und nach ihrem Reichthum an Blutgefässen von groszer Bedeutung für das Thier sein. Es sind aber beinahe ebensoviel Theorien über ihren Nutzen vorgebracht worden, als es Beobachter gegeben hat. Sie bestehen aus drei Paaren, welche im gemeinen Regenwurm sich vor dem Muskelmagen in den Darmcanal öffnen, aber bei *Urochaeta* und einigen anderen Gattungen hinter ihm¹⁷. Die zwei hinteren Paare werden von Blättern gebildet, welche nach der Angabe von CLAPARÈDE Auftreibungen der Speiseröhre sind¹⁸. Diese Blätter sind mit einer weichen Zellschicht überkleidet, an welcher die äusseren Zellen in unendlicher Zahl freiliegen. Wenn eine dieser Drüsen angestochen und gedrückt wird, so tritt eine Quantität weisser markähnlicher Masse aus, welche aus diesen freien Zellen besteht. Sie sind minutiös und schwanken im Durchmesser von 2 bis 6 μ . Sie enthalten in der Mitte ihres Inhalts ein wenig äusserst feiner granulöser Substanz; sie sehen aber Fettkügelchen so ähnlich, dasz CLAPARÈDE und

¹⁶ Claparède zweifelt daran, dasz Speichel von Würmern abgesondert wird; s. Zeitschr. für wiss. Zoologie. 19. Bd. 1869. p. 601.

¹⁷ Perrier in: Archives de Zoologie experim., Juill. 1874. p. 416. 419.

¹⁸ Zeitschrift für wiss. Zoologie, 19. Bd. 1869. p. 603—606.

andere sie zuerst mit Äther behandelten. Dies bringt keine Wirkung hervor; sie werden aber in Essigsäure sehr schnell unter Aufbrausen gelöst, und wenn der Lösung oxalsaures Ammoniak zugesetzt wird, wird ein weisses Präcipitat niedergeschlagen. Wir dürfen daher schliessen, dass sie kohlensauren Kalk enthalten. Wenn die Zellen in sehr wenig Säure gelegt werden, so werden sie durchsichtiger, schemenhaft, und werden bald aus dem Gesicht verloren; wird aber viel Säure zugesetzt, so verschwinden sie augenblicklich. Ist eine sehr grosse Anzahl aufgelöst worden, so bleibt ein flockiger Rückstand zurück, welcher augenscheinlich aus den zarten zerrissenen Zellwänden besteht. In den zwei hinteren Drüsenpaaren vereinigt sich der in den Zellen enthaltene kohlensaure Kalk gelegentlich zu rhombischen Crystallen oder zu Concretionen, welche zwischen den Blättern liegen; ich habe aber nur einen und CLAPARÈDE nur sehr wenige derartige Fälle gesehen.

Die zwei vorderen Drüsen weichen in ihrer Gestalt ein wenig von den vier hinteren ab dadurch, dass sie mehr oval sind. Sie sind auch dadurch augenfällig verschieden, dass sie meistens mehrere kleine oder zwei oder drei grössere oder eine einzige sehr grosse Concretion von kohlensaurem Kalk bis zu einem Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ mm enthalten. Wenn eine Drüse nur einige wenige sehr kleine Concretionen oder, wie es zuweilen vorkommt, gar keine enthält, so wird sie leicht übersehen. Die grossen Concretionen sind rund oder oval und äusserlich beinahe glatt. Es wurde eine gefunden, welche nicht die ganze Drüse erfüllte, sondern wie es häufig der Fall ist, nur deren Hals, so dass sie der Gestalt nach einer Ölfflasche ähnlich war. Werden diese Concretionen zerbrochen, so sieht man, dass sie in ihrer Structur mehr oder weniger crystallinisch sind. Auf welche Weise sie aus der Drüse gelangen, ist ein Wunder; dass sie aber austreten, ist gewiss; denn sie werden häufig in dem Muskelmagen, den Därmen und den Excrementen von Würmern gefunden, sowohl bei solchen, die gefangen gehalten werden, als bei den im Naturzustande lebenden.

CLAPARÈDE sagt sehr wenig über die Structur der zwei vorderen Drüsen und er vermuthet, dass die Kalksubstanz, aus welcher die Concretionen gebildet werden, von den vier hinteren Drüsen herrührt. Wenn aber eine vordere Drüse, welche nur kleine Concretionen enthält, in Essigsäure gelegt und später präparirt wird oder wenn Durchschnitte einer solchen Drüse gemacht werden, ohne dass dieselbe mit einer Säure behandelt worden war, so können Blätter gleich denen in

den hinteren Drüsen und mit zelliger Substanz ausgekleidet, zusammen mit einer Menge freier kalkführender und leicht in Essigsäure löslicher Zellen deutlich gesehen werden. Wenn eine Drüse vollständig von einer einzigen groszen Concretion erfüllt wird, so sind keine freien Zellen vorhanden, da diese sämmtlich bei der Bildung der Concretion verwandt worden sind. Wenn aber eine derartige Concretion oder eine von nur mässig bedeutender Grösze in Säure gelöst wird, so bleibt viel häutige Substanz zurück, welche aus den Überresten der früher thätigen Blätter zu bestehen scheint. Nach der Bildung und Ausstossung einer groszen Concretion müssen auf irgend eine Weise neue Blätter entwickelt werden. Auf einem von meinem Sohne gemachten Durchschnitt hatte der Procesz augenscheinlich begonnen, obgleich die Drüse zwei ziemlich grosze Concretionen enthielt; denn in der Nähe der Wandungen waren mehrere cylindrische und ovale Röhren eingeschaltet, welche mit zelliger Substanz ausgekleidet und vollständig mit freien kalkführenden Zellen erfüllt waren. Eine bedeutende Vergröszerung mehrerer ovaler Röhren in einer Richtung würde ein Blatt haben entstehen lassen.

Ausser den freien kalkführenden Zellen, in welchen kein Zellkern sichtbar war, wurden bei drei Gelegenheiten andere und eher gröszere freie Zellen gesehen; und diese enthielten einen deutlichen Kern und ein Kernkörperchen. Essigsäure wirkte nur in so weit auf sie ein, dasz der Zellkern dadurch deutlicher wurde. Aus dem Raum zwischen zwei von den Blättern innerhalb einer vorderen Drüse wurde eine sehr kleine Concretion entfernt. Sie war in pulpöse zellige Masse mit vielen freien kalkführenden Zellen eingebettet, zusammen mit einer Menge von den gröszeren freien kernhaltigen Zellen, und auf diese letzteren Zellen wirkte Essigsäure nicht ein, während die ersteren aufgelöst wurden. Durch diesen und andere derartige Fälle wurde ich zu der Vermuthung geführt, dasz sich die kalkführenden Zellen aus den gröszeren kernhaltigen entwickeln; wie dies aber bewirkt wird, wurde nicht ermittelt.

Wenn eine von den vorderen Drüsen mehrere minutiöse Concretionen enthält, so sind einige derselben im Umriss meistens winkelig oder crystallinisch, während die gröszere Anzahl abgerundet ist, mit einer unregelmässigen maulbeerartigen Oberfläche. Kalkführende Zellen hingen vielen Theilen dieser maulbeerartigen Massen an und ihr allmähliches Verschwinden konnte, während sie noch haften blieben, ver-

folgt werden. Hieraus gieng offenbar hervor, dasz die Concretionen aus dem innerhalb der freien kalkführenden Zellen enthaltenen Kalke gebildet werden. In dem Masse als die kleineren Concretionen an Grösze zunehmen, kommen sie mit einander in Berührung und vereinigen sich und schlieszen in dieser Weise die nun functionslosen Blätter ein; durch derartige Schritte konnte die Bildung der gröszten Concretionen verfolgt werden. Warum dieser Proceß regelmäszig in den zwei vorderen Drüsen stattfindet und nur selten in den vier hinteren Drüsen, ist vollkommen unbekannt. MORREN sagt, dasz diese Drüsen während des Winters verschwinden; und ich habe einige Beispiele dieser Thatsache gesehen, ebenso andere Fälle, in welchen entweder die vorderen oder hinteren Drüsen in dieser Jahreszeit so eingeschrumpft und leer waren, dasz sie nur mit groszer Schwierigkeit zu erkennen waren.

Was die Function der kalkführenden Drüsen betrifft, so ist es wahrscheinlich, dasz sie an erster Stelle als Excretionsorgane dienen und an zweiter Stelle zur Unterstützung der Verdauung. Würmer verzehren viele abgefallene Blätter, und es ist bekannt, dasz Kalk fortdauernd in den Blättern, bis dieselben von der Mutterpflanze abfallen, angehäuft wird, anstatt in den Stamm oder die Wurzeln wiederum absorbirt zu werden, wie es mit verschiedenen anderen organischen und anorganischen Substanzen geschieht¹⁹. Man hat die Erfahrung gemacht, dasz die Asche eines Akazienblattes nicht weniger als 72 Procent Kalk enthielt. Würmer würden daher dem ausgesetzt sein, mit dieser Erdart überfüllt zu werden, wenn nicht irgend ein specielles Mittel zu ihrer Abscheidung vorhanden wäre; und die kalkführenden Drüsen sind für diesen Zweck gut angepasst. Diejenigen Würmer, welche in Humus dicht über der Kreide leben, haben ihre Därme häufig ganz mit dieser Substanz gefüllt und ihre Excremente sind beinahe weisz. Hier ist es offenbar, dasz kalkige Substanz in groszem Überschusz vorhanden ist. Nichtsdestoweniger enthielten bei mehreren an einem solchen Orte gesammelten Würmern die kalkführenden Drüsen ebenso viele freie kalkführende Zellen und völlig ebenso viele und so grosze Concretionen wie die Drüsen von Würmern, welche an Orten lebten, wo es nur wenig oder keinen Kalk gab; und dies weist darauf hin, dasz der Kalk eine Ausscheidung ist und keine Absonderung, welche sich zu irgend einem speciellen Zweck in den Verdauungscanal ergieszt.

¹⁹ De Vries, Landwirthschaftl. Jahrbücher. 1881. p. 77.

Andererseits machen es die folgenden Betrachtungen in hohem Grade wahrscheinlich, dass der kohlensaure Kalk, welcher von den Drüsen ausgeschieden wird, den Verdauungsprocesz unter gewöhnlichen Umständen unterstützt. Blätter erzeugen wegen ihres Zerfalls eine grosse Menge verschiedener Arten von Säuren, welche unter dem Ausdruck Humussäuren zusammengefasst worden sind. Wir werden auf diesen Gegenstand in unserem fünften Capitel zurückzukommen haben, und ich brauche hier nur anzuführen, dass diese Säuren stark auf kohlensauren Kalk wirken. Die halb verwelkten Blätter, welche von den Würmern in so grossen Quantitäten verschlungen werden, dürften daher, nachdem sie im Verdauungscanal befeuchtet und zerkleinert worden sind, gern derartige Säuren erzeugen. Und bei mehreren Würmern ergab die Untersuchung mit Lackmuspapier, dass der Inhalt des Verdauungscanals deutlich sauer war. Diese saure Beschaffenheit kann nicht der Natur der Verdauungsflüssigkeit zugeschrieben werden; denn der pancreatische Saft ist alkalisch; und wir haben gesehen, dass die Absonderung, welche sich aus dem Munde der Würmer zum Zwecke der Vorbereitung der Blätter zum Verzehrtwerden ergieszt, gleichfalls alkalisch ist. Die saure Beschaffenheit kann kaum Folge von Harnsäure sein, da der Inhalt auch des oberen Theils des Darms häufig sauer war. In einem Falle war der Inhalt des Kaumagens unbedeutend sauer, der des oberen Theils des Darms deutlicher sauer. In einem anderen Falle war der Inhalt des Schlundkopfs nicht sauer, der des Kaumagens nur zweifelhaft, während der des Darms in einer Entfernung von 5 Cm. unterhalb des Kaumagens deutlich sauer war. Selbst bei den höheren, Pflanzen fressenden und omnivoren Thieren ist der Inhalt des Dickdarms sauer. „Dies wird indessen nicht durch „irgend eine saure Secretion der Schleimhaut verursacht. Die Reaction „der Darmwände ist in dem Dickdarm ebenso wie in dem Dünndarm „alkalisch; es muss daher eine Folge von sauren Gährungen sein, „welche im Darminhalt selbst auftreten.... Es wird angegeben, dass „bei Carnivoren der Inhalt des Blinddarms alkalisch sei, und naturgemäss wird der Umfang der Gährung in grossem Masse von der „Beschaffenheit der Nahrung abhängen“²⁰.

Bei Würmern ist nicht bloss der Inhalt ihrer Därme, sondern auch die ausgeworfene Masse oder die Excrementrolle meistens sauer.

²⁰ M. Foster, A Text-Book of Physiology, 2. Edit. 1878. p. 243.

Dreissig Excrementmassen von verschiedenen Stellen wurden untersucht und ergaben sich mit drei oder vier Ausnahmen als sauer; und die Ausnahmen dürften Folge davon gewesen sein, dasz die Excremente nicht erst vor kurzem ausgeworfen worden waren; denn einige, welche zuerst sauer waren, waren am folgenden Morgen, nachdem sie getrocknet und wiederum befeuchtet worden waren, nicht mehr sauer; und dies ist wahrscheinlich ein Resultat davon, dasz die Humussäuren, wie es bekanntlich der Fall ist, leicht zersetzt werden. Fünf frische Excrementrollen von Würmern, welche in Ackererde dicht über Kreide wohnen, waren von einer weiszlichen Färbung und auszerordentlich reich an kalkiger Substanz; und diese waren nicht im Geringsten sauer. Dies zeigt, wie wirksam kohlensaurer Kalk die Säuren des Darminhalts neutralisirt. Wenn Würmer in Töpfen gehalten wurden, welche mit feinem eischüssigen Sand gefüllt waren, so zeigte es sich deutlich, dasz das Eisenoxyd, mit welchem die Kieselkörner überzogen waren, aufgelöst und mit den Excrementen entfernt worden war.

Die Verdauungsflüssigkeit der Würmer ist, wie bereits angegeben worden ist, in ihrer Wirkung der Absonderung des Pancreas der höheren Thiere ähnlich; und bei diesen letzteren ist die pancreatische Verdauung wesentlich alkalisch, „der Procesz findet nicht statt, wenn „nicht irgend ein Alkali vorhanden ist; und die Wirksamkeit eines „alkalischen Saftes wird durch Ansäuerung unterbrochen und durch „Neutralisation verhindert“²¹. Es scheint daher in hohem Grade wahrscheinlich zu sein, dasz die unzähligen kalkführenden Zellen, welche aus den vier hinteren Drüsen in den Verdauungscanal der Würmer ergossen werden, dazu dienen, die in diesem von den halb zersetzten Blättern erzeugten Säuren mehr oder weniger vollständig zu neutralisiren. Wir haben gesehen, dasz diese Zellen von einer kleinen Quantität Essigsäure augenblicklich aufgelöst werden; und da sie nicht immer hinreichen, den Inhalt selbst nur des oberen Theils des Verdauungscanals zu neutralisiren, so wird vielleicht der Kalk in dem vorderen Drüsenpaar zu Concretionen aggregirt, damit etwas davon in die hinteren Theile des Darmcanals gebracht werde, wo diese Concretionen zwischen den sauren Inhaltstheilen umhergerollt werden. Die in den Därmen und in den Excrementen gefundenen Concretionen haben häufig ein abgenutztes Aussehen; ob dies aber Folge eines gewissen Grades von

²¹ M. Foster, ebenda, p. 200.

Abreibung oder von chemischer Corrosion ist, konnte nicht angegeben werden. CLAPARÈDE glaubt, dass sie gebildet werden, um wie Mühlsteine zu wirken und dadurch bei der Zerkleinerung der Nahrung zu helfen. Sie können wohl in dieser Weise unterstützend wirken; ich stimme aber vollständig mit PERRIER überein, dass dies von völlig untergeordneter Bedeutung sein musz, wenn wir sehen, dass dieser Zweck schon dadurch erreicht wird, dass in den Muskelmägen und Därmen der Würmer meist schon Steine vorhanden sind.

Zweites Capitel.

Lebensweise der Würmer. (Fortsetzung.)

Art und Weise, in welcher Würmer Gegenstände ergreifen. — Ihr Saugvermögen. — Der Instinct, die Öffnungen der Röhren zu verstopfen. — Steine über den Löchern angehäuft. — Die hierdurch erlangten Vorthelle. — In der Art, in welcher Würmer ihre Röhren verstopfen, entwickelte Intelligenz. — Dabei benutzte verschiedene Arten von Blättern und andere Gegenstände. — Papierdreiecke. — Zusammenfassung der Gründe zur Annahme, dass Würmer etwas Intelligenz entfalten. — Mittel, durch welche sie ihre Röhren aushöhlen, durch Fortdrücken und Verschlucken der Erde. — Erde auch wegen der darin enthaltenen nahrhaften Substanz verschluckt. — Tiefe, bis zu welcher Würmer bohren und der Bau ihrer Röhren. — Röhren mit Excrementen und im oberen Theil mit Blättern ausgekleidet. — Der unterste Theil mit kleinen Steinen oder Samen gepflastert. — Art und Weise, in welcher die Excremente ausgeworfen werden. — Das Zusammenfallen alter Röhren. — Verbreitung der Würmer. — Thurmartige Excrementhaufen in Bengalen. — Riesenhafter Excrementhaufen in den Nilgiri-Bergen. — Excremente in allen Ländern ausgeworfen.

Auf den Töpfen, in welchen Würmer gehalten wurden, wurden Blätter mit Nadeln auf die Erde platt befestigt; des Nachts konnte nun die Art und Weise beobachtet werden, in welcher sie ergriffen wurden. Die Würmer bemühten sich stets, die Blätter nach ihren Röhren hin zu ziehen; und wenn die Blätter hinreichend zart waren, rissen oder sogen sie immer kleine Fragmente davon ab. Sie ergriffen meist den dünnen Rand eines Blattes mit dem Munde, zwischen die vorspringende Ober- und Unterlippe; zu gleicher Zeit wird, wie PERRIER bemerkt, der dicke und starke Schlundkopf innerhalb des Körpers nach vorn geschoben, um für die Oberlippe einen Widerstandspunkt darzubieten. Wenn es sich um breite, glatte Gegenstände handelte, verfahren sie in einer völlig verschiedenen Weise. Nachdem das vordere zugespitzte Ende des Körpers mit einem Gegenstande dieser Art in Berührung gebracht worden war, wurde dasselbe in die anstosenden

Körperringe zurückgezogen, so dasz es abgestutzt erschien und so dick wie der übrige Körper wurde. Man konnte dann sehen, dasz dieser Theil ein wenig anschwell; und dies ist, wie ich glaube, Folge davon, dasz der Schlundkopf ein wenig nach vorn geschoben wurde. Dann wurde entweder durch das Zurückziehen des Schlundkopfes oder durch dessen Ausdehnung ein luftleerer Raum unterhalb des abgestutzten schleimigen Endes des Körpers gebildet, während dasselbe noch mit dem Gegenstande in Berührung war; durch dies Mittel hiengen die beiden, Körper und Gegenstand, fest mit einander zusammen¹. Dasz unter diesen Umständen ein luftleerer Raum gebildet wurde, war bei einer Gelegenheit deutlich zu sehen, wo ein, unter einem welken Kohl- blatte liegender groszer Wurm dasselbe fortzuziehen versuchte; denn die Oberfläche des Blattes wurde direct über dem Ende des Wurm- körpers tief grubenförmig eingezogen. Bei einer anderen Gelegenheit verlor ein Wurm plötzlich seinen Halt an einem glattliegenden Blatte; und nun sah man einen Augenblick lang das vordere Ende des Körpers becherförmig werden. Würmer können sich in derselben Weise an Gegenstände unter Wasser anheften; ich habe gesehen, wie einer ein unter Wasser getauchtes Scheibchen Zwiebel fortschleppte.

Häufig wurde gesehen, dasz die Ränder von auf die Erde befestigten frischen oder nahezu frischen Blättern benagt wurden, und zuweilen war die Epidermis und das ganze Parenchym auf einer Seite über eine beträchtliche Strecke hin vollständig abgenagt; nur die Epidermis der entgegengesetzten Seite war ganz rein übrig gelassen. Die Venen wurden niemals angerührt, und die Blätter wurden in dieser Weise zuweilen zum Theil zu Skeleten umgewandelt. Da die Würmer keine Zähne haben und da ihr Mund aus sehr weichem Gewebe besteht, so darf angenommen werden, dasz sie mittelst Saugens die Ränder und das Parenchym frischer Blätter verzehren, nachdem dieselben durch die Verdauungsflüssigkeit erweicht worden sind. Derartige starke Blätter, wie die des Seekohls oder grosze und dicke Epheublätter, können sie nicht angreifen; doch wurde eins der letzteren Art, nachdem es gefault war, stellenweise zum Skelet gemacht.

Würmer ergreifen Blätter und andere Gegenstände nicht blosz um als Nahrung zu dienen, sondern auch, um damit die Mündungen ihrer

¹ Claparède bemerkt (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 19. Bd. 1869. p. 602), dasz der Schlundkopf seinem Baue nach zum Saugen angepasst erscheine.

Röhren zu verstopfen; und dies ist einer ihrer stärksten Instincte. Blätter und Blattstiele vieler Arten, einige Blüthenstengel, häufig verdorrte Baumzweige, Stückchen Papier, Federn, Wollbüschel und Pferdehaare werden zu diesem Zwecke in ihre Röhren gezogen. Ich habe nicht weniger als siebzehn Blattstiele einer *Clematis* aus der Öffnung einer Wurmröhre und zehn aus der Mündung einer anderen vorstehen sehn. Einige von diesen Gegenständen, wie die oben genannten Blattstiele, Federn u. s. w., werden niemals von den Würmern benagt. Auf einem Kieswege in meinem Garten fand ich, dasz viele hundert Blätter einer Tannenart (*Pinus austriaca* oder *nigricans*) mit ihrer Basis in Wurmlöcher hineingezogen waren. Die Oberflächen, mit welchen diese nadelförmigen Blätter an die Zweige gelenkt sind, sind in einer genau so eigenthümlichen Weise gestaltet, wie das Gelenk zwischen den Gliedmaszenknochen eines Säugethiers; und wenn diese Flächen im Geringsten benagt worden wären, so würde diese Thatsache unmittelbar sichtbar geworden sein; es fand sich aber nicht eine Spur von Benagtsein. Von gewöhnlichen Dicotyledonenblättern werden nicht alle diejenigen, welche in Wurmlöcher gezogen sind, benagt. Ich habe nicht weniger als neun Lindenblätter in eine und dieselbe Wurmröhre gezogen gesehen, und nicht annähernd sämmtliche waren benagt gewesen; derartige Blätter dürften aber als Vorräthe für ein späteres Verzehrtwerden dienen. Wo abgefallene Blätter sehr reichlich vorhanden sind, werden zuweilen viel mehr über der Mündung einer Röhre angesammelt als gebraucht werden können, so dasz ein kleiner Haufen von nicht benutzten Blättern wie ein Dach über denjenigen übrig bleibt, die zum Theil in die Röhren hineingezogen sind.

Wenn ein Blatt eine kurze Strecke weit in eine cylindrische Röhre gezogen wird, so wird es nothwendigerweise bedeutend gefaltet oder zerknittert. Wird noch ein anderes Blatt hineingezogen, so geschieht dies nach auszen von dem zuerst hineingezogenen, und so fort mit den späteren Blättern; schlieszlich werden sie sämmtlich dicht gefaltet und aneinander gedrückt. Zuweilen vergrößert der Wurm die Mündung seiner Röhre oder macht eine frische dicht daneben, um eine noch gröszere Menge Blätter hereinziehen zu können. Sie füllen die Zwischenräume zwischen den hineingezogenen Blättern häufig oder allgemein mit feuchter klebriger, aus ihrem Körper ausgeworfener Erde aus, und in dieser Weise werden die Mündungen der Röhren ganz sicher verstopft. An vielen Stellen, besonders während der Herbst- oder ersten

Wintermonate, kann man Hunderte solcher verstopfter Wurmlöcher sehen. Wie aber später noch gezeigt werden wird, werden Blätter nicht nur deshalb in die Röhren hineingezogen, um dieselbe zuzustopfen oder um als Nahrung zu dienen, sondern auch um den oberen Theil der Mündung damit auszukleiden.

Wenn Würmer keine Blätter, Blattstiele, Zweigstückchen u. s. w., mit denen sie die Mündungen ihrer Röhren verstopfen könnten, erlangen können, schützen sie dieselben oft mit kleinen Häufchen von Steinen; und solche Häufchen glatter abgerundeter Steinchen sind auf Kieswegen häufig zu sehen. Hier kann es sich natürlich nicht um Nahrung handeln. Eine Dame, welche sich für die Lebensweise der Würmer interessirte, entfernte die kleinen Steinhäufchen von den Mündungen der Wurmröhren und reinigte die Oberfläche der Erde auf einige Zoll rings herum. In der nächsten Nacht gieng sie mit einer Laterne hinaus und sah, wie die Würmer, während ihre Schwanzenden in den Röhren festhielten, die Steine mit Hilfe ihres Mundes, ohne Zweifel durch Ansaugen, nach innen zogen. „Nach zwei Nächten lagen „auf einigen von den Löchern 8 oder 9 kleine Steine; nach vier „Nächten lagen auf einem ungefähr 30, auf einem anderen 34 Steine².“ Ein Stein, welcher über den Kiesweg bis zur Öffnung der Röhre geschleppt worden war, wog zwei Unzen; und dies beweist, wie stark die Würmer sind. Sie offenbaren aber noch gröszere Kraft dadurch, dasz sie zuweilen in einem festgetretenen Kieswege Steine aus der Lage bringen; dasz sie dies wirklich thun, kann daraus geschlossen werden, dasz die von den aus ihrer Stellung gebrachten Steinen gelassenen Höhlungen genau von den Steinen ausgefüllt werden, welche über den Öffnungen in der Nähe befindlicher Wurmlöcher liegen, wie ich selbst beobachtet habe.

Arbeit dieser Art wird gewöhnlich des Nachts ausgeführt; ich habe aber gelegentlich auch erfahren, dasz Gegenstände während des Tags in die Höhle gezogen worden sind. Was für einen Vortheil die Würmer davon haben, dasz sie die Mündungen ihrer Röhren mit Blättern u. s. w. zustopfen, oder dasz sie Steine über denselben anhäufen, ist zweifelhaft. Zu denjenigen Zeiten, in denen sie viel Erde aus ihren Röhren auswerfen, verfahren sie nicht in dieser Weise; denn

² Eine Schilderung ihrer Beobachtungen ist mitgetheilt in: *Gardeners' Chronicle*, March 28. 1868. p. 324.

dann dienen die Excrementrollen dazu, die Mündung zu bedecken. Wenn Gärtner die Würmer auf einem freien Platze tödten wollen, so ist es nothwendig, zuerst die Excrementhaufen von der Oberfläche wegzukehren oder wegzurechen, damit das Kalkwasser in die Röhren eindringen kann³. Aus dieser Thatsache könnte gefolgert werden, dasz die Öffnungen deshalb mit Blättern u. s. w. zugestopft werden, um bei heftigem Regen das Eindringen von Wasser zu verhüten; gegen diese Ansicht kann aber eingewendet werden, dasz einige wenige, lockere, gut abgerundete Steine dazu schlecht angepasst sind, das Wasser abzuhalten. Überdies habe ich in den senkrecht abgeschnittenen Rasenrändern an Kieswegen viele Wurmröhren gesehen, in welche kaum Wasser fliesen konnte und welche doch ebenso gut verstopft waren, wie Röhren auf einer ebenen Fläche. Können die Pfröpfe oder die Steine dazu beitragen, die Röhren vor den Scolopendren zu verbergen, welche nach der Angabe von HOFFMEISTER⁴ die bittersten Feinde der Regenwürmer sind? Oder könnten nicht Würmer, wenn sie in dieser Weise geschützt sind, im Stande sein, mit Sicherheit mit ihren Köpfen dicht an den Mündungen ihrer Röhren zu bleiben, was sie bekanntlich sehr zu thun lieben, was aber so vielen von ihnen das Leben kostet? Oder dürften die Pfröpfe nicht den freien Eintritt der untersten Luftschicht verhindern, wenn dieselbe durch die Strahlung des Nachts von dem umgebenden Boden und vom Laube abgekühlt ist? Ich bin geneigt, die letzte Ansicht anzunehmen; erstens, weil Würmer, wenn sie in Töpfen in einem geheizten Zimmer gehalten wurden, in welchem Falle keine kalte Luft in die Röhren dringen konnte, die Mündungen derselben in einer lüderlichen Weise zustopften, und zweitens, weil sie häufig den oberen Theil ihrer Röhren mit Blättern auskleiden, augenscheinlich um zu verhüten, dasz ihr Körper mit der kalten feuchten Erde in dichte Berührung komme. Es kann aber auch der Proceß des Verstopfens vielleicht sämmtlichen oben erwähnten Zwecken dienen.

Was das Motiv auch sein mag, allem Anschein nach haben die Würmer es durchaus nicht gern, die Mündungen ihrer Röhren offen zu lassen. Nichtsdestoweniger öffnen sie dieselben wiederum des Nachts,

³ Loudon's Gard. Mag. XVII. p. 216, citirt in dem Catalogue of the British Museum Worms. 1865. p. 327.

⁴ Familie der Regenwürmer. p. 19.

mögen sie dieselben später wieder schlieszen können oder nicht. Auf frisch gegrabenem Boden kann man zahlreiche offene Röhren sehen, denn in diesem Falle werfen die Würmer die Excrementrollen in im Boden gelassene Höhlen oder in die alten Röhren, anstatt dieselben über den Mündungen ihrer Röhren anzuhäufen; auch können sie keine Gegenstände an der Oberfläche zusammentragen, mit denen die Mündungen geschützt werden könnten. Ferner öffneten die Würmer auf einem vor Kurzem ausgegrabenen Pflaster einer römischen Villa in Abinger (welche später beschrieben werden wird) ihre Röhren hartnäckig fast jede Nacht, wenn dieselben durch das häufige Drauftreten geschlossen worden waren, obschon sie selten im Stande waren, einige wenige minutiöse Steinchen zu finden, mit denen sie sie bedeckten.

Intelligenz, welche Würmer in der Art, ihre Röhren zuzustopfen, darbieten. — Wenn Jemand eine kleine cylindrische Röhre mit solchen Gegenständen wie Blätter, Blattstiele oder Zweige zu verstopfen hätte, so würde er dieselben mit ihren zugespitzten Enden hineinstecken oder hineinziehen; wären aber diese Gegenstände sehr dünn im Verhältniß zu der Grösze der Höhle, so würde er wahrscheinlich einige mit ihrem dickeren oder breiteren Ende voran hineinbringen. Er würde sich in diesem Falle von seiner Intelligenz leiten lassen. Es schien mir daher der Mühe werth zu sein, sorgfältig zu beobachten, wie die Würmer Blätter in ihre Röhren ziehen, ob mit deren Spitzen oder mit den Basen oder mit den mittleren Theilen. Ganz besonders wünschenswerth schien mir dies in dem Falle zu sein, wo es sich um Pflanzen handelte, die nicht bei uns einheimisch sind; denn obgleich die Gewohnheit, Blätter in die Röhren zu ziehen, ohne Zweifel bei den Würmern instinctiv ist, so konnte ihnen doch der Instinct in dem Falle nicht angeben, wie sie handeln sollten, wenn es Blätter betraf, von denen ihre Vorfahren nichts wussten. Wenn überdies Würmer allein durch den Instinct oder durch einen unveränderlichen vererbten Antrieb handelten, so würden sie alle Arten von Blättern in ein und der nämlichen Weise in ihre Röhren ziehen. Wenn sie keinen derartigen bestimmten Instinct haben, könnten wir erwarten, dasz es der Zufall bestimmen werde, ob die Spitze oder die Basis oder die Mitte eines Blattes ergriffen wird. Werden diese beiden Alternativen ausgeschlossen, so bleibt nur Intelligenz übrig, wenn nicht der Wurm in jedem einzelnen Falle zuerst viele verschiedene Methoden versucht und dann nur derjenigen folgt, welche sich als die einzig

mögliche oder als die leichteste herausstellt; aber auch schon diese Art zu handeln und verschiedene Methoden zu versuchen, nähert sich der Intelligenz bedeutend.

An erster Stelle nun wurden 227 verwelkte Blätter verschiedener Arten, meistens von englischen Pflanzen, an verschiedenen Orten aus Wurmröhren herausgezogen. Von diesen waren 181 mit oder nahe an ihren Spitzen in die Wurmlöcher gezogen worden, so dasz die Blattstiele nahezu senkrecht aufwärts aus der Mündung der Wurmröhren vorsprangen; 20 waren mit den Basen hineingezogen worden, und in diesem Falle sprangen die Blattspitzen vor; 26 endlich waren in der Nähe der Mitte ergriffen worden, so dasz dieselben quer in die Röhren gezogen worden und sehr gerunzelt waren. Es waren daher 80 Procent (dabei immer die nächste ganze Zahl annehmend) mit der Spitze eingezogen worden, 9 Procent mit der Basis oder dem Blattstiel und 11 Procent quer oder mit der Mitte. Dies allein genügt beinahe schon, um zu zeigen, dasz es nicht der Zufall ist, welcher bestimmt, in welcher Weise Blätter in die Wurmröhren gezogen werden.

Von den oben erwähnten 227 Blättern waren 70 abgefallene Blätter der gewöhnlichen Linde, welche beinahe sicher kein eingeborener Baum Englands ist. Diese Blätter sind nach der Spitze zu bedeutend zugespitzt und sind an der Basis sehr breit mit einem gut entwickelten Blattstiel. Sie sind dünn, und wenn sie halb verwelkt sind, vollständig biegsam. Von diesen 70 Blättern waren 79 Procent mit oder nahe an der Spitze eingezogen worden, 4 Procent mit der Basis oder nahe an derselben, und 17 Procent quer oder mit der Mitte. Diese Verhältniszahlen stimmen, soweit die Spitze in Betracht kommt, sehr nahe mit den vorhin mitgetheilten überein. Der Procentsatz der mit der Basis eingezogenen Blätter ist aber kleiner, und das kann wohl der Breite des basalen Theils der Blattfläche zugeschrieben werden. Wir sehen hier auch, dasz das Vorhandensein eines Blattstiels, von dem sich hätte erwarten lassen, dasz er die Würmer als ein bequemer Handgriff zu einem Versuche hätte verleiten können, nur geringen oder gar keinen Einfluss auf die Bestimmung der Art und Weise hat, in welcher Lindenblätter in die Wurmröhren hineingezogen werden. Die verhältnismäßig grosse Menge von Blättern, nämlich 17 Procent, welche mehr oder weniger quer eingezogen worden waren, hängt ohne Zweifel von der Biegsamkeit dieser halbverwelkten Blätter ab. Die

Thatsache, dasz so viele mit der Mitte und einige wenige mit der Basis in die Löcher gezogen worden sind, macht es unwahrscheinlich, dasz die Würmer es zuerst versuchten, die meisten Blätter nach einer oder nach beiden dieser letzten Methoden hereinzuziehen und dasz sie später 79 Procent mit ihren Spitzen hereinzogen; denn es ist doch ganz offenbar, dasz es ihnen nicht schwer geworden wäre, dieselben mit der Basis oder mit der Mitte hereinzuziehen.

Es wurde nun zunächst nach den Blättern einer ausländischen Pflanze gesucht, deren Blattscheiben nach der Spitze nicht mehr zugespitzt waren als nach der Basis zu. Es ergab sich, dasz dies bei den Blättern eines Goldregens (einer Bastardform zwischen *Cytisus alpinus* und *laburnum*) der Fall war; denn faltete man die terminale Hälfte über die basale, so paszten beide meistens genau aufeinander; und wenn irgend eine Verschiedenheit bestand, so war die basale Hälfte etwas schmaler. Es hätte sich daher wohl erwarten lassen, dasz eine beinahe gleiche Anzahl von diesen Blättern mit der Spitze und mit der Basis in die Röhren gezogen worden seien, oder dasz sich ein geringer Überschusz zu Gunsten der letzteren ergebe. Aber von 73 Blättern (welche nicht in der ersten Zahl von 227 enthalten waren), die aus Wurmlöchern gezogen wurden, waren 63 Procent mit der Spitze eingezogen worden, 27 Procent mit der Basis und 10 Procent quer. Wir sehen hier, dasz eine verhältnismässig bei weitem gröszere Menge, nämlich 27 Procent, mit der Basis eingezogen worden waren, als es bei den Lindenblättern der Fall war, deren Blattscheiben an der Basis sehr breit sind, und von denen nur 4 Procent in dieser Weise eingezogen worden waren. Die Thatsache, dasz nicht eine verhältnismässig noch gröszere Menge von Goldregenblättern mit der Basis eingezogen worden ist, können wir vielleicht daraus erklären, dasz die Würmer die Gewohnheit erlangt haben, allgemein die Blätter mit den Spitzen hereinzuziehen, um auf diese Weise die Blattstiele zu vermeiden. Denn der basale Rand der Blattspreite bildet bei vielen Arten von Blättern mit dem Blattstiel einen groszen Winkel; und wenn ein derartiges Blatt mit dem Blattstiel hineingezogen würde, so würde der basale Rand plötzlich auf beiden Seiten der Höhlenöffnung mit dem Boden in Berührung kommen und das Hineinziehen des Blattes sehr schwierig machen.

Nichtsdestoweniger verlassen Würmer ihre Gewohnheit, die Blattstiele zu vermeiden, wenn ihnen dieser Theil das bequemste Mittel

darbietet, die Blätter in ihre Röhren zu ziehen. Die Blätter der in endloser Weise hybridisirten Varietäten des *Rhododendron* variiren bedeutend in ihrer Gestalt; einige sind am schmalsten nach ihrer Basis zu, andere nach der Spitze zu. Nachdem sie abgefallen sind, wird häufig die Blattscheibe zu beiden Seiten der Mittelrippe während des Austrocknens aufgerollt, zuweilen der ganzen Länge entlang, zuweilen hauptsächlich nach der Basis, zuweilen nach der Spitze zu. Unter 28 abgefallenen Blättern auf einem Torfbeete in meinem Garten waren nicht weniger als 23 in dem basalen Viertel ihrer Länge schmaler als im terminalen Viertel; und diese Schmalheit war hauptsächlich Folge des Einrollens der Ränder. Unter 36 abgefallenen Blättern auf einem anderen Beete, in welchem verschiedene Varietäten von *Rhododendron* wuchsen, waren nur 17 nach der Basis zu schmaler als nach der Spitze zu. Mein Sohn WILLIAM, welcher zuerst meine Aufmerksamkeit auf diesen Fall lenkte, las 237 in seinem Garten (wo das *Rhododendron* im natürlichen Boden wächst) abgefallene Blätter auf, und von diesen hätten 65 Procent von den Würmern leichter mit der Basis oder dem Stielende in ihre Höhlen gezogen werden können als mit der Spitze; und dies war zum Theil Folge der Gestalt des Blattes, und in einem geringeren Grade nur Folge des Einrollens der Ränder; 27 Procent hätten leichter mit der Spitze als mit der Basis eingezogen werden können; und 8 Procent mit ungefähr gleicher Leichtigkeit mit jedem der beiden Enden. Die Gestalt eines abgefallenen Blattes musz vorher beurtheilt werden, ehe das eine Ende in eine Höhle gezogen worden ist; denn nachdem dies geschehen ist, vertrocknet das freie Ende, mag dies die Spitze oder die Basis sein, schneller als das in dem feuchten Boden eingetauchte Ende; in Folge dessen werden die exponirten Ränder des freien Endes die Neigung haben, stärker nach innen eingerollt zu werden, als sie es zu der Zeit waren, wo das Blatt zuerst vom Wurm ergriffen wurde. Mein Sohn fand 91 Blätter, welche von Würmern in ihre Röhren hineingezogen worden waren, wenschon nicht in eine grosse Tiefe; von diesen waren 66 Procent mit der Basis oder dem Blattstiel und 34 Procent mit der Spitze hineingezogen worden. In diesem Falle beurtheilten daher die Würmer mit einem ansehnlichen Grade von Correctheit, wie die verwelkten Blätter dieser ausländischen Pflanze am besten in ihre Röhren zu ziehen seien, trotzdem dasz sie dabei von ihrer gebräuchlichen Gewohnheit, den Blattstiel zu vermeiden, abgehen muszten.

Auf den Kieswegen in meinem Garten wird eine sehr grosse Zahl von Blättern dreier Arten von *Pinus* (*P. austriaca*, *nigricans* und *sylvestris*) regelmässig in die Mündungen der Wurmröhren hineingezogen. Diese Blätter bestehen aus zwei Nadeln, welche in den beiden zuerst genannten Arten von beträchtlicher Länge und in der zuletzt erwähnten Art kurz sind, und die mit einer gemeinschaftlichen Basis verbunden sind; und mit diesem letzteren Theile werden sie beinahe ausnahmslos in die Wurmlöcher gezogen. Ich habe bei Würmern im Naturzustande nur zwei oder höchstens drei Ausnahmen von dieser Regel gesehen. Da die scharf zugespitzten Nadeln ein wenig divergiren und da mehrere Blätter in ein und dieselbe Röhre gezogen werden, so bildet jedes Büschel einen vollkommenen spanischen Reiter. Bei zwei Gelegenheiten wurden des Abends viele solcher Büschel aus der Röhre herausgezogen; am folgenden Morgen aber waren frische Blätter hineingezogen worden, so dass die Röhren wiederum gut geschützt waren. Diese Blätter konnten nicht in die Röhren bis zu irgend einer Tiefe anders als mit ihren Basen hineingezogen werden, da ein Wurm nicht die beiden Nadeln gleichzeitig ergreifen kann, und da, wenn nur eine mit der Spitze ergriffen würde, die andere gegen den Boden angedrückt werden und den Eintritt der ergriffenen verhindern würde. Dies war in den oben erwähnten zwei oder drei Ausnahmefällen offenbar. Damit daher die Würmer ihre Arbeit ordentlich ausführen können, müssen sie Tannenblätter mit den Basen, wo die beiden Nadeln verbunden sind, in ihre Löcher hineinziehen. Auf welche Weise sie aber bei dieser Arbeit geleitet werden, ist eine ziemlich verwirrende Frage.

Diese Schwierigkeit veranlaszte meinen Sohn FRANCIS und mich selbst, Würmer in der Gefangenschaft während mehrerer Nächte mit Hilfe eines trüben Lichts zu beobachten, während sie die Blätter der oben angeführten Tannen in ihre Höhlen zogen. Sie bewegten die vorderen Enden ihrer Körper um die Blätter herum und bei mehreren Gelegenheiten fuhren sie, wenn sie das scharfe Ende einer Nadel berührten, plötzlich zurück, als wären sie gestochen. Ich bezweifle aber, dass sie dadurch verletzt waren, denn sie verhalten sich gegen scharfe Gegenstände indifferent und verschlingen selbst Dornen von Rosen und kleine Glassplitter. Es dürfte auch bezweifelt werden, dass die spitzen Enden der Nadeln dazu dienen, ihnen zu sagen, dass dies das falsche Ende zum Ergreifen des Blatts sei; denn an vielen Blättern wurden die Spitzen in einer Länge von ungefähr einem Zoll abgeschnitten, und

sieben und fünfzig derselben wurden mit ihren Basen und nicht mit den abgeschnittenen Enden voran in die Wurmlöcher gezogen. Die gefangen gehaltenen Würmer ergriffen häufig die Nadeln in der Nähe der Mitte und zogen sie nach den Mündungen ihrer Höhlen hin; ein Wurm versuchte in einer ganz sinnlosen Art, sie durch Biegen derselben in die Höhle zu ziehen. Sie schleppten zuweilen viel mehr Blätter über den Mündungen ihrer Röhren zusammen (wie in dem früher erwähnten Fall mit den Lindenblättern) als in dieselben hineingehen konnten. Bei anderen Gelegenheiten benahmen sie sich indessen völlig verschieden; denn sobald sie die Basis eines Tannenblattes berührten, wurde dasselbe ergriffen, wobei es zuweilen vollständig in dem Munde der Würmer verschlungen wurde, oder es wurde ein der Basis sehr nahe liegender Punkt ergriffen, und das Blatt wurde dann schnell in die Röhre gezogen oder vielmehr geschnellt. Sowohl meinem Sohne als mir selbst kam es so vor, als ob die Würmer es augenblicklich wahrnahmen, wenn sie das Blatt in der richtigen Art und Weise ergriffen hatten. Es wurden neun solche Fälle beobachtet; in einem derselben aber gelang es dem Wurm nicht, das Blatt in seine Höhle zu ziehen, da er sich mit anderen in der Nähe befindlichen Blättern verwickelte. In einem anderen Falle stand ein Blatt nahezu aufrecht mit den Spitzen der Nadeln zum Theil in eine Röhre eingesenkt, wie es aber da stand, wurde nicht beobachtet; dann richtete sich aber der Wurm rückwärts auf und ergriff die Basis, welche nun in die Mündung der Röhre durch Biegen des ganzen Blatts gezogen wurde. Andererseits wurde, nachdem ein Wurm die Basis eines Blattes ergriffen hatte, diese bei zwei Gelegenheiten aus irgend einem unbekannten Motive wieder losgelassen.

Wie bereits bemerkt wurde, ist die Gewohnheit, die Mündung der Röhren mit verschiedenen Gegenständen zu verstopfen, ohne Zweifel bei Würmern instinctiv; und ein in einem meiner Töpfe geborener, sehr junger Wurm zog ein Kieferblatt, dessen eine Nadel so lang und beinahe so dick war wie sein eigener Körper, eine Strecke mit fort. In diesem Theile von England ist keine Kieferart einheimisch; es ist daher unglaublich, dasz die richtige Art und Weise, Kieferblätter in die Röhren zu ziehen, bei unseren Würmern instinctiv sein könnte. Da aber die Würmer, an welchen die obigen Beobachtungen gemacht wurden, unterhalb oder in der Nähe von einigen Kiefern gegraben worden waren, die vor ungefähr vierzig Jahren dort gepflanzt worden

waren, so war es wünschenswerth zu beweisen, dasz ihre Handlungsweise nicht instinctiv war. Dem entsprechend wurden Kieferblätter auf dem Boden an Stellen ausgestreut, die von irgend einem Kieferbaume weit entfernt waren, und 90 von ihnen wurden mit ihrer Basis in die Wurmhöhlen gezogen. Nur zwei wurden mit der Spitze der Nadeln eingezogen, und diese waren keine wirklichen Ausnahmen, da eins davon nur eine sehr kurze Strecke weit hineingezogen wurde und die beiden Nadeln des anderen zusammenhiengen. Andere Kieferblätter wurden Würmern gegeben, welche in Töpfen in einem warmen Zimmer gehalten wurden, und hier war das Resultat verschieden; denn unter 42 in die Wurmröhren gezogenen Blättern wurden nicht weniger als 16 mit der Spitze der Nadeln eingezogen. Diese Würmer arbeiteten indessen in einer sorglosen oder lüderlichen Art und Weise; denn die Blätter wurden häufig nur bis in eine geringe Tiefe gezogen; zuweilen wurden sie nur über der Mündung der Röhren angehäuft, und zuweilen wurden gar keine hineingezogen. Ich glaube, dasz diese Sorglosigkeit dadurch erklärt werden kann, dasz die Luft des Zimmers warm war und die Würmer in Folge dessen nicht ängstlich darauf bedacht waren, ihre Röhren wirksam zu verstopfen. Von Würmern bewohnte und mit einem Netze, welches den Zutritt kalter Luft gestattete, bedeckte Töpfe wurden mehrere Nächte hindurch im Freien gelassen, und nun wurden 72 Blätter, und zwar sämmtlich in der richtigen Weise mit ihrer Basis eingezogen.

Aus den bis jetzt mitgetheilten Thatsachen dürfte vielleicht gefolgert werden, dasz die Würmer irgendwie eine allgemeine Vorstellung von der Gestalt oder der Structur der Kieferblätter erlangen und es einsehen, dasz es für sie nothwendig ist, die Basis, wo die zwei Nadeln verbunden sind, zu ergreifen. Die folgenden Fälle machen dies aber mehr als zweifelhaft. Die Spitzen einer groszen Anzahl von Nadeln von *Pinus austriaca* wurden mit in Alcohol aufgelöstem Schellack zusammengekittet und einige Tage aufbewahrt, bis, wie ich glaube, aller Geruch oder Geschmack verschwunden war; dann wurden sie an Stellen, wo keine Kieferbäume wuchsen, auf dem Boden verstreut in der Nähe von Wurmröhren, aus denen die Pfröpfe entfernt worden waren. Derartige Blätter hätten bei jedem der beiden Enden mit gleicher Leichtigkeit in die Röhren hineingezogen werden können; und nach Analogie zu urtheilen, und besonders nach dem sofort mitzutheilenden Falle der Blattstiele von *Clematis montana*, erwartete ich, dasz die Spitzen vor-

gezogen werden würden. Das Resultat war aber, dasz unter 121 Blättern mit zusammengekitteten Spitzen 108 mit ihren Basen und nur 13 mit ihren Spitzen eingezogen wurden. In der Meinung, dasz die Würmer möglicherweise den Geruch oder Geschmack des Schellacks wahrnehmen und als unangenehm empfinden möchten, obgleich dies sehr unwahrscheinlich war, besonders nachdem die Blätter während mehrerer Nächte im Freien liegen gelassen worden waren, wurden die Spitzen der Nadeln vieler Blätter mit feinem Faden zusammengebunden. Von in dieser Weise behandelten 150 Blättern wurden in Wurmhöhlen gezogen: 123 mit der Basis und 27 mit den zusammengebundenen Spitzen, so dasz also zwischen vier und fünfmal soviel mit der Basis hineingezogen wurden, wie mit der Spitze. Es ist möglich, dasz die kurzen abgeschnittenen Enden der Fäden, mit denen sie zusammengebunden waren, die Würmer dazu verführt haben dürften, eine verhältnismässig gröszere Zahl mit den Spitzen hineinzuziehen, als wenn Kitt gebraucht wurde. Rechnet man die Blätter mit zusammengebundenen und zusammengekitteten Spitzen zusammen (271 von Anzahl), so wurden 85 Procent hiervon mit der Basis und 15 Procent mit der Spitze eingezogen. Wir können daher schlieszen, dasz es nicht die Divergenz der beiden Nadeln ist, welche die Würmer im Naturzustande beinahe ausnahmslos dazu führt, Kieferblätter mit ihrer Basis in die Wurmhöhle hineinzuziehen. Auch kann es nicht die Schärfe der Spitze der Nadeln sein, welche die Würmer bestimmt; denn wie wir gesehen haben, werden viele Blätter mit abgeschnittenen Spitzen mit ihrer Basis in die Löcher gezogen. Wir werden hierdurch zu dem Schlusse geführt, dasz bei Kieferblättern irgend Etwas an der Basis für die Würmer anziehend sein musz, trotzdem nur wenige gewöhnliche Blätter mit der Basis oder dem Blattstiel eingezogen werden.

Blattstiele. — Wir wollen uns nun zu den Stengeln oder den Blattstielen zusammengesetzter Blätter, nachdem die Blättchen abgefallen sind, wenden. Die Stiele von *Clematis montana*, welche über einer Veranda wuchs, wurden zeitig im Januar in groszer Anzahl in die Wurmhöhlen auf einem naheliegenden Kieswege, Grasplatz und Blumenbeete eingezogen. Diese Blattstiele variiren in der Länge von $2\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Zoll, sind steif und von nahezu gleichförmiger Dicke, ausgenommen dicht an der Basis, wo sie sich ziemlich plötzlich verdicken und hier ungefähr zweimal so dick sind wie an irgend einem anderen Theile. Die Spitze ist etwas zugespitzt, verwelkt aber bald

und wird dann leicht abgebrochen. Von solchen Blattstielen wurden 314 aus Wurmlöchern auf den eben erwähnten Orten herausgezogen; und es ergab sich, dasz 76 Procent mit den Spitzen und 24 Procent mit den Basen hineingezogen worden waren, so dasz die mit der Spitze hineingezogenen ein wenig mehr als dreimal so viel betrugen wie die mit der Basis eingezogenen. Einige von den aus dem festgetretenen Kieswege herausgezogenen wurden von den anderen getrennt gehalten; und von diesen (59 der Zahl nach) waren nahezu fünfmal so viel mit der Spitze wie mit der Basis hineingezogen, während bei denen aus dem Rasenplatz und dem Blumenbeet herausgezogenen, wo in Folge des Umstands, dasz der Boden leichter nachgibt, beim Verstopfen der Röhren weniger Sorgfalt nothwendig sein dürfte, das Verhältniß der mit der Spitze hineingezogenen (130) zu den mit der Basis hineingezogenen (48) etwas weniger als drei zu eins betrug. Dasz diese Blattstiele in die Wurmröhren gezogen worden waren, um dieselbe zu verstopfen und nicht als Nahrung, gieng daraus offenbar hervor, dasz, so weit ich sehen konnte, keins von beiden Enden benagt war. Da mehrere Blattstiele gebraucht werden, um ein und dasselbe Loch zuzustopfen, in einem Falle nicht weniger als 10, und in einem anderen Falle nicht weniger als 15, so dürften die Würmer vielleicht zuerst einige wenige mit dem dickeren Ende voraus hineinziehen, um sich Mühe zu ersparen; später aber wird die grosze Mehrheit mit dem zugespitzten Ende hineingezogen, um die Höhle sicher zu verstopfen.

Zunächst wurden dann die abgefallenen Blattstiele unseres einheimischen Eschenbaums beobachtet, und hier wurde die bei den meisten Gegenständen befolgte Regel, dasz nämlich eine grosze Mehrzahl mit dem zugespitzten Ende in die Röhren gezogen wurde, nicht eingehalten; und diese Thatsache überraschte mich anfangs sehr. Diese Blattstiele variiren in der Länge von 5 bis $8\frac{1}{2}$ Zoll; sie sind nach der Basis zu dick und fleischig, von wo aus sie dann nach der Spitze zu sich sanft verdünnen; die Spitze selbst ist ein wenig verdickt und abgestutzt, wo das terminale Blättchen ursprünglich befestigt war. Unter einigen auf einem mit Gras bewachsenen Stück Feldes wachsenden Eschen wurden 229 Blattstiele aus Wurmröhren zeitig im Januar herausgezogen, und von diesen waren 51,5 Procent mit der Basis und 48,5 Procent mit der Spitze hineingezogen worden. Diese Anomalie wurde indes leicht erklärt, sobald das dicke Ende untersucht wurde; denn bei 78 unter 103 Blattstielen war dieser Theil dicht über der hufeisen-

förmigen Gelenkfläche von Würmern benagt worden. In den meisten Fällen konnte über das Benagtsein gar kein Irrthum bestehen; denn nicht benagte Blattstiele, welche untersucht wurden, nachdem sie dem Wetter noch weitere acht Wochen ausgesetzt worden waren, waren in der Nähe der Basis nicht mehr zerfallen oder zersetzt als irgend wo anders. Es geht hieraus offenbar hervor, dasz das dicke basale Ende des Blattstiels nicht nur zum Zwecke des Verstopfens der Mündungen der Röhren, sondern auch zur Nahrung eingezogen wird. Selbst die schmalen abgestutzten Spitzen einiger weniger Blattstiele waren benagt worden; und dies war bei 6 unter 37 zu diesem Behufe untersuchten Stielen der Fall. Nachdem die Würmer das basale Ende hineingezogen und benagt haben, schieben sie die Blattstiele häufig wieder aus ihren Röhren heraus und ziehen dann frische herein, entweder mit der Basis als Nahrung oder mit der Spitze zum wirksameren Verstopfen der Mündung. So waren unter 37 mit ihren Spitzen in den Röhren steckenden Blattstielen 5 vorher mit ihren Basen hineingezogen gewesen, denn dieser Theil war benagt worden. Ferner sammelte ich eine Handvoll lose auf dem Boden dicht bei einigen zugestopften Wurmröhren liegender Blattstiele, wo die Oberfläche dick mit anderen Blattstielen überstreut war, welche augenscheinlich niemals von Würmern berührt worden waren; und 14 unter 47 (d. i. nahezu ein Drittel) waren, nachdem die Basis benagt worden war, aus den Röhren herausgestoszen worden und lagen nun lose auf dem Boden. Aus diesen verschiedenen That-sachen können wir schlieszen, dasz die Würmer einige Blattstiele der Esche mit der Basis hereinziehen, um als Nahrung zu dienen, und andere mit der Spitze, um die Mündungen ihrer Röhren in der allerwirksamsten Weise zuzustopfen.

Die Blattstiele der *Robinia pseudo-acacia* variiren in der Länge von 4 oder 5 bis zu nahezu 12 Zoll; dicht an der Basis sind sie dick, ehe die weicheren Theile weggefault sind, und verjüngen sich bedeutend nach dem oberen Ende zu. Sie sind so biegsam, dasz ich einige wenige gesehen habe, welche auf einander gebogen und in dieser Weise in die Röhren von Würmern gezogen worden waren. Unglücklicherweise wurden diese Blattstiele nicht eher als im Februar untersucht, in welcher Zeit die weicheren Theile vollständig abgefault waren, so dasz es unmöglich war, zu ermitteln, ob die Würmer die Basen benagt hatten, obgleich dies an und für sich wahrscheinlich ist. Unter 121 zeitig im Februar aus Wurmlöchern herausgezogenen Blattstielen waren

68 mit der Basis und 53 mit der Spitze voran hineingebracht worden. Am 5. Februar wurden sämtliche Blattstiele, welche in die Wurm-
röhren unter einer *Robinia* hineingezogen worden waren, herausgezogen; und nach einem Verlauf von elf Tagen waren wiederum 35 Blatt-
stiele, und zwar 19 mit der Basis und 16 mit der Spitze hineingezogen, Nimmt man diese beiden Sätze zusammen, so wurden 56 Procent mit
der Basis voran eingezogen und 44 Procent mit der Spitze. Da alle
anderen weichen Theile schon längst weggefault waren, so können wir,
besonders in dem zuletzt erwähnten Falle, sicher sein, dasz keiner als
Nahrungsmittel hineingezogen worden ist. In dieser Jahreszeit ziehen
daher die Würmer diese Blattstiele ganz gleich mit jedem der beiden
Enden in ihre Röhren, wobei der Basis ein unbedeutender Vorzug ge-
geben wird. Diese letztere Thatsache dürfte aus der Schwierigkeit
erklärt werden, eine Wurm-
röhre mit so auszerordentlich dünnen Gegen-
ständen, wie diese oberen Enden sind, zu verstopfen. Zur Unter-
stützung dieser Ansicht mag noch angeführt werden, dasz an den
16 Blattstielen, welche mit ihren oberen Enden in die Röhren ein-
gezogen worden waren, die stärker verjüngte terminale Spitze bei 7
von ihnen vorher durch irgend einen Zufall abgebrochen worden war.

Papierdreiecke. — Es wurden aus mäs-
zig steifem Schreib-
papier längliche Papierdreiecke ausgeschnitten, welche auf beiden Seiten
mit rohem Fett eingerieben wurden, um zu verhindern, dasz sie über-
mäszig weich würden, wenn sie des Nachts dem Regen und Thau
ausgesetzt würden. Die Seiten aller dieser Dreiecke waren drei Zoll
lang; die Basis masz bei 120 einen Zoll und von den anderen 183
einen halben Zoll in der Länge. Diese letzteren Dreiecke waren sehr
schmal oder bedeutend zugespitzt⁵. Als eine Controlle für die sofort
mitzutheilenden Beobachtungen wurden ähnliche Dreiecke im feuchten
Zustande mit einer sehr schmalen Pincette an verschiedenen Punkten
und in allen möglichen Neigungen in Bezug auf die Ränder ergriffen
und dann in eine kurze Röhre von dem Durchmesser einer Wurm-
röhre hineingezogen. Wenn das Dreieck bei der Spitze ergriffen wurde, so
wurde es gerade in die Röhre hineingezogen mit einwärts gefalteten
Rändern; wurde es in einer geringen Entfernung von der Spitze er-

⁵ An diesen schmalen Dreiecken miszt der Spitzenwinkel $9^{\circ} 34'$ und die
basalen Winkel $85^{\circ} 13'$; bei den breiteren Dreiecken miszt der Spitzenwinkel
 $19^{\circ} 10'$ und die basalen Winkel $80^{\circ} 25'$.

griffen, z. B. einen halben Zoll, so wurde dies Stück innerhalb der Röhre zurückgeschlagen. Dasselbe war mit der Basis und den basalen Winkeln der Fall, obschon, wie ja hätte erwartet werden können, die Dreiecke dem Hineingezogenwerden viel mehr Widerstand entgegensetzten. Wurde das Dreieck in der Nähe der Mitte ergriffen, so wurde es zusammengefaltet und sowohl die Spitze als die Basis blieben aus der Röhre vorgestreckt. Da die Seiten der Dreiecke drei Zoll lang waren, so kann man die Resultate der Beobachtung der Art und Weise, wie sie in eine Röhre oder in ein Wurmloch eingezogen werden, ganz passend in drei Gruppen theilen: in diejenigen Blätter, welche mit der Spitze oder innerhalb eines Zolls von ihr entfernt eingezogen wurden; in die, welche mit der Basis oder innerhalb eines Zolls von ihr entfernt, und in die, welche an irgend einem Punkte in dem mittleren Zolle eingezogen wurden.

Um zu sehen, wie die Dreiecke von den Würmern ergriffen werden würden, wurden einige im feuchten Zustande Würmern gegeben, die gefangen gehalten wurden. Die Dreiecke wurden, und zwar sowohl die schmalen als die breiten, in drei verschiedenen Arten ergriffen, nämlich mit dem Rande, mit einem der drei Winkel, welcher dann häufig vollständig in der Mundhöhle aufgenommen wurde, und endlich mit irgend einem Theile der platten Oberfläche, auf welcher Saugen ausgeübt wurde. Wenn mit der Basis parallele und einen Zoll von einander entfernte Linien quer über ein Dreieck gezogen werden, dessen Seiten drei Zoll lang sind, so wird es in drei Theile von gleicher Länge getheilt werden. Wenn nun Würmer nach dem Zufall irgend einen Theil ergreifen, so werden sie sicher den basalen Theil oder Abschnitt viel häufiger ergreifen als jeden der beiden anderen Abschnitte. Denn die Oberfläche des basalen Theiles verhält sich zum spitzen Theil wie 5 zu 1, so dasz die Wahrscheinlichkeit, dasz der erstere durch Saugen in eine Wurmröhre gezogen wird, sich zu dem Spitzentheil wie 5 zu 1 verhält. Die Basis bietet zwei Winkel dar und die Spitze nur einen, so dasz die erstere eine zweimal so grosse Wahrscheinlichkeit (ganz unabhängig von der Grösze der Winkel) haben würde, von dem Munde eines Wurmes umschlungen zu werden, wie die Spitze. Es musz indesz angeführt werden, dasz der Spitzenwinkel selbst nicht häufig von Würmern ergriffen wird; der Rand in einer geringen Entfernung von der Spitze auf jeder Seite wird vorgezogen. Ich schliesze dies daraus, dasz ich in 40 unter 46 Fällen, in denen Dreiecke mit ihren spitzen Enden in Wurmröhren gezogen worden

waren, gefunden habe, dasz innerhalb der Röhre die Spitze in einer Länge von $\frac{1}{20}$ Zoll bis zu einem Zoll zurückgefaltet worden war. Endlich ist das Verhältniß zwischen den Rändern der basalen und Spitzentheile für die breiteren Dreiecke wie 3 zu 2 und für die schmalen Dreiecke wie $2\frac{1}{2}$ zu 2. Nach diesen verschiedenen Betrachtungen hätte unter der Annahme, dasz die Würmer die Dreiecke nach Zufall ergreifen, sicher erwartet werden können, dasz eine verhältnismäßig ansehnlich grössere Zahl mit dem basalen als mit dem Spitzentheil in die Höhle gezogen werden würde; wir werden aber sofort sehen, wie verschieden das Resultat war.

Dreiecke von den oben speciell angeführten Grössen waren an vielen Orten und in vielen aufeinander folgenden Nächten auf dem Boden in der Nähe von Wurmlöchern ausgestreut, aus welchen die Blätter, Blattstiele, Zweige u. s. w., mit denen sie zugestopft gewesen waren, entfernt waren. Im Ganzen wurden 303 Papierdreiecke von Würmern in ihre Höhlen eingezogen; 12 andere waren mit beiden Enden hineingezogen worden; da es aber unmöglich war, zu entscheiden, an welchem Ende sie zuerst ergriffen worden waren, so wurden sie ausgeschlossen. Von den 303 Dreiecken waren 62 Procent mit der Spitze eingezogen worden (unter dieser Bezeichnung alle diejenigen begreifend, welche mit dem einen Zoll langen Spitzentheil eingezogen worden waren); 15 Procent waren mit der Mitte eingezogen und 23 Procent mit dem basalen Theil. Wären sie ganz unterschiedslos gleichmässig mit jedem Theil eingezogen worden, so würde das procentische Verhältniß für einen jeden Theil, den Spitzentheil, den mittleren und den basalen, 33,3 gewesen sein; wie wir aber soeben gesehen haben, hätte erwartet werden können, dasz eine verhältnismässig viel grössere Anzahl mit dem basalen als mit irgend einem der beiden anderen Theile eingezogen worden sein würde. Wie aber die Thatfachen vorliegen, wurden nahezu dreimal soviel mit der Spitze eingezogen wie mit der Basis. Wenn wir die breiten Dreiecke für sich allein betrachten, so wurden 59 Procent mit der Spitze, 25 Procent mit der Mitte und 16 Procent mit der Basis eingezogen. Von den schmalen Dreiecken wurden 65 Procent mit der Spitze eingezogen, 14 Procent mit der Mitte und 21 Procent mit der Basis; so dasz hier die mit der Spitze eingezogenen dreimal so viel waren wie die mit der Basis eingezogenen. Wir können daher schlieszen, dasz die Art und Weise, wie die Papierdreiecke in die Wurmlöcher hinabgezogen werden, keine Sache des Zufalls ist.

In acht Fällen waren zwei Dreiecke in ein und dieselbe Röhre gezogen worden, und in sieben von diesen Fällen war das eine Dreieck mit der Spitze, das andere mit der Basis eingezogen worden. Dies weist wiederum darauf hin, dasz das Resultat nicht durch den Zufall bestimmt wird. Würmer scheinen zuweilen im Acte des Hereinziehens der Dreiecke sich zu drehen, denn fünf aus der ganzen Zahl waren an der Innenfläche der Röhre zu einer unregelmässigen Spirale aufgewunden. In einem warmen Zimmer gehaltene Würmer zogen 63 Dreiecke in ihre Röhren; wie es aber bei den Kieferblättern der Fall war, so arbeiteten sie hier in einer ziemlich sorglosen Weise, denn nur 44 Procent waren mit der Spitze, 22 Procent mit der Mitte und 33 Procent mit der Basis hineingezogen. In fünf Fällen waren zwei Dreiecke in eine und dieselbe Röhre gezogen.

Es könnte mit augenscheinlich groszer Wahrscheinlichkeit vermuthet werden, dasz eine verhältnismässig so grosze Anzahl von Dreiecken mit der Spitze in die Löcher gezogen wurde, nicht weil die Würmer dieses Ende als das zweckmässigste sich ausgewählt haben, sondern weil sie es zuerst auf andere Weise versucht und es damit nicht fertig gebracht haben. Diese Ansicht wurde durch Beobachtung der Art und Weise unterstützt, in welcher gefangen gehaltene Würmer die Papierdreiecke herumziehen und wieder fallen lassen; dann führen sie aber ihre Arbeit nachlässig aus. Ich sah nicht gleich anfangs die Bedeutung dieses Gegenstandes ein, sondern bemerkte nur, dasz die Basaltheile derjenigen Dreiecke, welche mit der Spitze eingezogen worden waren, meist rein und nicht zerknittert waren. Später wandte ich dem Gegenstand sorgfältige Aufmerksamkeit zu. An erster Stelle wurden mehrere Dreiecke, welche mit dem basalen Winkel oder mit der Basis selbst oder ein wenig oberhalb der Basis eingezogen worden waren, und welche dadurch stark zerknittert und beschmutzt waren, einige Stunden in Wasser liegen gelassen und dann noch unter Wasser tüchtig geschüttelt; es wurden aber dadurch weder der Schmutz noch die Brüche im Papier entfernt. Nur unbedeutende Falten konnten beseitigt werden, selbst nach Durchziehen der nassen Dreiecke mehrere Male durch meine Finger. In Folge des von den Körpern der Würmer herrührenden Schleims war der Schmutz nicht leicht abzuwaschen. Wir können daher schlieszen, dasz, wenn ein Dreieck, ehe es mit der Spitze eingezogen wurde, mit seiner Basis auch nur mit einem geringen Kraftaufwand in eine Wurmröhre hineingezogen worden wäre,

der basale Theil dann noch lange seine Falten und Brüche und seinen Schmutz behalten würde. Es wurde nun der Zustand von 80 Dreiecken (65 schmalen und 24 breiten), welche mit der Spitze eingezogen worden waren, untersucht; und die Basaltheile von nur 7 unter ihnen waren überhaupt faltig und gleichzeitig meistens auch schmutzig. Von den 82 nicht zerknitterten Dreiecken waren 14 an der Basis schmutzig; aus dieser Thatsache folgt aber nicht, dasz dieselben zuerst mit ihren Basen nach der Wurmröhre hingezogen worden wären; denn die Würmer bedeckten zuweilen grosze Stücke der Dreiecke mit Schleim, und wenn dieselben dann mit der Spitze voran über den Boden hingezogen wurden, wurden sie natürlich schmutzig; während Regenwetters wurden die Dreiecke häufig auf einer ganzen Seite oder auch auf beiden Seiten beschmutzt. Wenn die Würmer die Dreiecke mit ihren Basen ebenso häufig wie mit ihren Spitzen nach den Mündungen ihrer Röhren gezogen und dann wahrgenommen hätten, ohne factisch den Versuch zu machen, sie in die Röhren zu ziehen, dasz das breitere Ende für diesen Zweck nicht so gut passe, — selbst in diesem Falle würde der basale Theil einer verhältnismäszig groszen Zahl wahrscheinlich beschmutzt gewesen sein. So unwahrscheinlich nun auch der Schlusz sein mag, so können wir doch schlieszen, dasz die Würmer durch irgend welche Mittel zu beurtheilen im Stande sind, welches das beste Ende ist, mit welchem Papierdreiecke in ihre Höhlen gezogen werden können.

Die procentischen Resultate der vorstehenden Beobachtungen über die Art und Weise, in welcher die Würmer verschiedene Arten von Gegenständen in die Mündungen ihrer Röhren hineinziehen, können in folgender Übersicht abgekürzt dargestellt werden.

Name des Gegenstandes.	Mit der Spitze oder nahe derselben in die Röhren gezogen.	Mit der Mitte oder nahe derselben in die Röhren gezogen.	Mit der Basis oder nahe derselben eingezogen.
Blätter verschiedener Arten	80	11	9
— der Linde, basaler Rand der Blattfläche breit, Spitze zugespitzt	79	17	4
— von <i>Laburnum</i> , basaler Theil der Blattscheibe ebenso schmal oder zuweilen ein wenig schmaler als der Spitzentheil	63	10	27
— von <i>Rhododendron</i> , basaler Theil der Blattscheibe häufig schmaler als der Spitzentheil	34	...	66
— von Kiefern, aus zwei von einer gemeinsamen Basis entspringenden Nadeln bestehend . . .	...	...	100

Name des Gegenstandes.	Mit der Spitze oder nahe derselben in die Röhren gezogen.	Mit der Mitte oder nahe derselben in die Röhren gezogen.	Mit der Basis oder nahe derselben einge- gezogen.
Blattstiele einer <i>Clematis</i> , nach der Spitze zu etwas zugespitzt, an der Basis stumpf	76	...	24
— der Esche, das dicke basale Ende oft als Nahrung einge- gezogen	48,5	...	51,5
— der <i>Robinia</i> , äusserst dünn, besonders nach der Spitze zu, so dasz sie schlecht dazu passen, die Röhren zuzustopfen	44	...	56
Papierdreiecke von beiden Gröszen	62	15	23
—, die breiten allein	59	25	16
—, die schmalen allein	65	14	21

Wenn wir diese verschiedenen Fälle in Betracht ziehen, so können wir die Folgerung kaum vermeiden, dasz Würmer in der Art und Weise ihre Röhren zuzustopfen einen gewissen Grad von Intelligenz entfalten. Es wird ein jeder besonderer Gegenstand in einer zu gleichförmigen Art ergriffen, und zwar aus Ursachen, welche wir nicht einsehen können, um das Resultat dem blossen Zufall zuzuschreiben. Dasz nicht jeder einzelne Gegenstand mit dem spitzen Ende in die Röhre gezogen worden ist, dürfte daraus zu erklären sein, dasz dadurch Arbeit erspart worden ist, dasz einige mit dem breiteren oder dickeren Ende voraus hineingeschafft worden sind. Ohne Zweifel werden die Würmer durch ihren Instinct dazu geleitet, ihre Röhren zuzustopfen, und es hätte wohl erwartet werden können, dasz sie auch durch den Instinct darauf geführt worden wären, wie sie, ganz unabhängig von Intelligenz, in jedem einzelnen Falle am Besten zu verfahren hätten. Wir sehen, wie schwierig es ist zu beurtheilen, ob Intelligenz mit in's Spiel kommt, denn man möchte zuweilen meinen, dasz selbst Pflanzen dadurch geleitet werden: z. B., wenn aus ihrer Stellung gebrachte Blätter ihre oberen Fläche durch äusserst complicirte Bewegungen und auf dem kürzesten Wege wiederum nach dem Lichte hin wenden. Bei Thieren können Handlungen, welche scheinbar Folge der Intelligenz sind, durch vererbte Gewohnheit ohne Intelligenz ausgeführt werden, obschon sie ursprünglich durch dieselbe erlangt worden sind. Oder es kann auch die Gewohnheit durch die Beibehaltung und Vererbung wohlthätiger Abänderungen irgend einer anderen Gewohnheit erlangt worden sein; und in diesem Falle wird die neue Gewohnheit unabhängig von

Intelligenz durch den ganzen Verlauf ihrer Entwicklung erworben worden sein. Darin besteht a priori keine Unwahrscheinlichkeit, dasz die Würmer specielle Instincte durch beide der letztgenannten Mittel erworben haben. Nichtsdestoweniger ist es aber doch unglaublich, dasz sich Instincte in Bezug auf Gegenstände entwickelt haben sollten, wie auf Blätter oder Blattstiele ausländischer Pflanzen, welche den Vorfahren der Würmer, welche in der beschriebenen Art und Weise verfahren, vollständig unbekannt gewesen sind. Auch sind ihre Handlungen nicht so unabänderlich fest oder unvermeidlich, wie es die meisten echten Instincte sind.

Da die Würmer nicht in jedem besonderen Falle durch specielle Instincte geleitet werden, obschon sie den allgemeinen instinctiven Trieb besitzen, die Mündungen ihrer Röhren zu verstopfen, und da Zufall ausgeschlossen ist, so scheint die am meisten wahrscheinliche Folgerung die zu sein, dasz sie auf viele verschiedene Weisen versuchen, Gegenstände in ihre Höhlen zu ziehen, und dasz es ihnen zuletzt auf irgend eine specielle Weise gelingt. Es wäre aber überraschend, wenn ein auf der Stufenleiter so tiefstehendes Thier, wie ein Wurm, die Fähigkeit haben sollte, so zu handeln, da viele höhere Thiere diese Fähigkeit nicht besitzen. So kann man z. B. sehen, wie Ameisen vergebens versuchen, einen Gegenstand quer zur Richtung ihres Wegs fortzuschleppen, welcher längsweise leicht fortgezogen werden könnte; obschon sie meistens nach einiger Zeit in einer weiseren Art verfahren. Mr. FABRE gibt an⁶, dass eine Art *Sphex*, — ein Insect, welches zu derselben hochbegabten Ordnung gehört, wie die Ameisen, — ihr Nest mit gelähmten Heuschrecken versorgt, welche ausnahmslos bei den Antennen in ihre Höhlen hineingeschleppt werden. Wenn diese dicht am Kopfe abgeschnitten wurden, so ergriff die *Sphex* die Palpen; wenn aber auch diese noch abgeschnitten wurden, so wurde der Versuch, die Beute in die Höhle zu ziehen, voller Verzweiflung aufgegeben. Die *Sphex* hatte nicht Intelligenz genug, eines der sechs Beine oder die Legeröhre zu ergreifen, welche, wie Mr. FABRE bemerkt, ganz gleiche Dienste geleistet haben würden. Wenn ferner die gelähmte Beute mit einem daran befestigten Ei aus der Zelle herausgenommen wird, so verschlieszt die *Sphex*, nachdem sie hineingekommen ist und die Zelle leer gefunden hat, dieselbe trotzdem in der gewöhnlichen

⁶ s. sein interessantes Werk: *Souvenirs entomologiques*, 1879. p. 168—177.

mühsamen Weise. Bienen versuchen stundenlang durch ein Fenster zu entfliehen und fahren stundenlang fort, daran umherzusummen, obgleich die andere Hälfte offen gelassen ist. Selbst ein Hecht fuhr drei Monate lang fort, gegen die Glaswand eines Aquariums loszustürzen und sich an ihr zu stossen, in dem vergeblichen Versuche, die auf der anderen Seite der Scheibe befindlichen Ellritzen zu ergreifen⁷. Mr. LAYARD hat gesehen⁸, wie eine Cobra-Schlange viel weiser handelte, als sowohl der Hecht als die *Sphex*; sie hatte eine Kröte, die in einem Loche gelegen hatte, dort verschluckt und konnte nun ihren Kopf nicht zurückziehen, die Kröte wurde daher wieder ausgeworfen und fieng an fortzukriechen; die Schlange ergriff sie von neuem, verschlang sie wieder und brach sie nochmals aus. Nun hatte aber die Schlange durch Erfahrung gelernt; denn nun ergriff sie die Kröte bei einem ihrer Beine und zog sie damit aus dem Loche. Selbst höhere Thiere folgen ihren Instincten häufig in einer sinnlosen oder zwecklosen Art und Weise; der Webervogel windet mit Ausdauer Fäden um die Stäbe seines Käfigs, als baute er ein Nest; ein Eichhorn bringt Nüsse auf einen hölzernen Boden, als habe es dieselben in der Erde vergraben; ein Biebert schneidet Holzstücke ab und schleppt sie herum, obgleich kein Wasser vorhanden ist, was abzdämmen wäre, und Ähnliches in vielen anderen Fällen.

Mr. ROMANES, welcher das Seelenleben der Thiere speciell studirt hat, ist der Meinung, dasz wir nur da mit Sicherheit Intelligenz annehmen können, wo wir sehen, dasz ein Individuum aus seiner eigenen Erfahrung Vortheil zieht. Nach dieser Probe zeigte die Cobra etwas Intelligenz; dies würde aber viel deutlicher gewesen sein, wenn sie bei einer zweiten Gelegenheit sofort die Kröte an ihrem Beine aus der Höhle herausgezogen hätte. Wenn nun Würmer versuchen, Gegenstände in ihre Röhren zu schleppen und zwar zuerst auf die eine Art und Weise und dann auf eine andere, bis es ihnen zuletzt gelingt, so ziehen sie, wenigstens in jedem besonderen Falle, aus ihrer Erfahrung Vortheil.

Man hat aber Zeugnisse vorgebracht, welche zeigen sollen, dasz die Würmer nicht gewohnheitsgemäsz versuchen, Gegenstände auf verschiedene Weisen in ihre Löcher zu ziehen. So hätten halbzersetzte

⁷ Möbius, Die Bewegungen der Thiere etc. 1873. p. 111.

⁸ Annals and Mag. of Nat. Hist. 2. Ser. Vol. 9. 1852. p. 333.

Lindenblätter wegen ihrer Biegsamkeit an ihrem mittleren oder basalen Theile hineingezogen werden können und wurden auch in dieser Weise in beträchtlicher Anzahl in die Röhren gezogen; und doch wurde die grosse Mehrheit mit der Spitze oder nahe bei derselben hineingezogen. Die Blattstücke der *Clematis* hätten sicherlich mit gleicher Leichtigkeit an der Spitze wie an der Basis hineingezogen werden können; und doch wurden drei Mal, und in gewissen Fällen fünf Mal so viel mit der Spitze, wie mit der Basis eingezogen. Man hätte wohl meinen können, dasz die Stiele der Blätter die Würmer als ein sehr bequemer Angriffspunkt hätten reizen können; und doch werden sie in keinem hohen Masse benutzt, ausgenommen wenn die Basis der Blattscheibe schmaler ist als die Spitzen. Eine grosse Anzahl von Blattstielen der Esche wird in dieser Weise eingezogen; dieser Theil dient aber den Würmern als Nahrungsmittel. In dem Falle mit den Kieferblättern zeigen die Würmer deutlich, dasz sie das Blatt wenigstens nicht nach dem Zufall ergreifen; ihre Wahl scheint aber nicht durch das Auseinanderweichen der zwei Nadeln und den davon abhängigen Nachtheil und die daraus fließende Nöthigung, die Blätter mit ihrer Basis in die Röhren zu ziehen, bestimmt zu werden. Was die Papierdreiecke betrifft, so war an denjenigen, welche mit der Spitze eingezogen wurden, selten die Basis zerknittert und schmutzig; und dies beweist, dasz die Würmer nicht oft zuerst versucht hatten, sie mit diesem Ende voraus hineinzuziehen.

Wenn Würmer, entweder ehe sie einen Gegenstand nach den Öffnungen ihrer Röhren hinziehen oder nachdem sie denselben dorthin gezogen haben, zu beurtheilen im Stande sind, auf welche Weise sie ihn am besten hineinziehen können, so müssen sie irgend eine Vorstellung von seiner allgemeinen Gestalt erlangen. Dies erlangen sie wahrscheinlich dadurch, dasz sie ihn an vielen Stellen mit dem vorderen Ende ihres Körpers, welches als ein Tastorgan dient, berühren. Wir müssen uns hier daran erinnern, wie vollkommen der Gefühlsinn bei einem Menschen wird, der blind und taub geboren ist, wie es ja Würmer sind. Wenn die Würmer das Vermögen haben, irgend eine, wenn auch noch so rohe Vorstellung von der Gestalt eines Gegenstandes und ihrer Höhlen zu erlangen, wie es der Fall zu sein scheint, so verdienen sie intelligent genannt zu werden; denn sie handeln dann in nahezu derselben Art und Weise, wie ein Mensch unter ähnlichen Umständen handeln würde.

Um dies zusammenzufassen: da der Zufall nicht die Art und Weise bestimmt, in welcher Gegenstände von den Würmern in ihre Höhle hineingezogen werden, und da die Existenz specialisirter Instincte nicht für jeden besonderen Fall angenommen werden kann, so ist die erste und natürlichste Vermuthung die, dass die Würmer sämtliche Methoden versuchen, bis es ihnen endlich gelingt; aber viele einzelne Thatsachen stehen einer derartigen Annahme entgegen. Es bleibt nur eine einzige Alternative übrig, dass nämlich Würmer, obgleich sie in der Stufenleiter der Organisation tief stehen, doch einen gewissen Grad von Intelligenz besitzen. Dies wird einem Jeden als sehr unwahrscheinlich auffallen; aber es darf wohl bezweifelt werden, ob wir genug von dem Nervensystem der niederen Thiere wissen, um unser natürliches Misstrauen in eine solchen Schlussfolgerung zu rechtfertigen. Was die geringe Grösze der Hirnganglien betrifft, so müssen wir uns daran erinnern, was für eine Masse vererbter Kenntniss, mit einiger Fähigkeit, Mittel einem Zwecke anzupassen, in das minutiöse Gehirn einer Arbeiterameise zusammengedrängt ist.

Mittel, durch welche die Würmer ihre Röhren aushöhlen. — Dies wird auf zweierlei Weisen ausgeführt: durch das Wegdrängen der Erde auf allen Seiten und durch das Verschlingen derselben. Im ersten Falle bringt der Wurm das ausgestreckte und verdünnte vordere Ende seines Körpers in irgend eine kleine Vertiefung oder Höhlung; und nun wird, wie PERRIER bemerkt⁹, der Schlundkopf in diesen Körpertheil vorgestoszen, welcher in Folge dessen anschwillt und die Erde auf allen Seiten wegdrängt. Das vordere Körperende dient hiernach als Keil. Es dient aber auch, wie wir früher gesehen haben, zum Ergreifen und zum Saugen und als Tastorgan. Ein Wurm wurde auf lockere Ackererde gelegt, und er bohrte sich in einer Zeit von zwischen zwei und drei Minuten in dieselbe ein. Bei einer anderen Gelegenheit verschwanden vier Würmer in 15 Minuten zwischen den Seiten des Topfes und der Erde, welche mäszig niedergedrückt worden war. Bei einer dritten Gelegenheit wurden drei grosse Würmer und ein kleiner auf lockere Ackererde, die mit feinem Sande ordentlich durchmischt und fest niedergedrückt worden war, gelegt, und sie verschwanden sämmtlich, mit Ausnahme des Schwanzes von einem, in 35 Minuten. Bei einer vierten Gelegenheit wurden sechs grosse Würmer

⁹ Archiv. de Zoolog. expériment. T. 3. 1874. p. 405.

auf thonigen Lehm, mit Sand vermischt und fest niedergedrückt, gelegt, und sie verschwanden, ausgenommen die äussersten Schwanzspitzen von zweien unter ihnen, in 40 Minuten. In keinem dieser Fälle verschluckten, so weit man es sehen konnte, die Würmer irgend welche Erde. Sie drangen meist dicht an den Wänden des Topfes in die Erde ein.

Es wurde nun zunächst ein Topf mit sehr feinem eisenschüssigen Sande gefüllt, welcher niedergedrückt, ordentlich begossen und auf diese Weise äusserst compact gemacht wurde. Einem groszen, auf der Oberfläche liegen gelassenen Wurme gelang es stundenlang nicht, sich einzubohren, und er hatte sich nicht eher vollständig eingegraben, als bis 25 Stunden 40 Minuten verflossen waren. Dies wurde dadurch bewirkt, dasz der Sand verschluckt wurde, wie daraus offenbar hervorgieng, dasz eine grosze Quantität durch den After ausgeworfen wurde, lange ehe der ganze Körper verschwunden war. Excrementmassen von ähnlicher Beschaffenheit wurden während des ganzen folgenden Tages fort-dauernd aus der Röhre ausgeworfen.

Da von einigen Schriftstellern darüber Zweifel ausgedrückt worden sind, ob die Würmer jemals Erde verschlucken allein zu dem Zwecke, ihre Röhren auszuhöhlen, so sollen noch einige weitere Fälle angeführt werden. Eine, 23 Zoll mächtige Masse feinen röthlichen Sandes, welche nahezu zwei Jahre lang auf dem Boden liegen gelassen worden war, war an vielen Stellen von Würmern durchbohrt worden; und ihre Excrementmassen bestanden zum Theil aus dem röthlichen Sand, zum Theil aus schwarzer Erde, welche von unterhalb der Masse heraufgeschafft worden war. Dieser Sand war aus einer beträchtlichen Tiefe ausgegraben worden und war von einer so armseligen Beschaffenheit, dasz Unkraut nicht auf ihm wachsen konnte. Es ist daher in hohem Grade unwahrscheinlich, dasz er von den Würmern als Nahrung verschluckt worden sei. Ferner bestanden auf einem Felde in der Nähe meines Hauses die Excrementmassen häufig aus beinahe reiner Kreide, welche nur in einer geringen Tiefe unter der Oberfläche liegt; und hier ist es wiederum sehr unwahrscheinlich, dasz die Kreide wegen der sehr geringen organischen Substanz verschluckt worden sein sollte, die aus der ärmlichen darüber liegenden Weide in dieselbe durchgesickert sein könnte. Endlich wurde ein durch den Cement und den zersetzten Mörtel zwischen den Ziegeln, mit welchen die jetzt in Ruinen liegende Absis der Beaulieu Abbey früher gepflastert gewesen war, empor-

geschaffter Excrementhaufen ausgewaschen, so dasz nur die gröbere Masse übrig blieb. Diese bestand aus Körnern von Quarz, Glimmerschiefer, anderen Gesteinsarten und von Ziegeln oder Fliesen, von denen viele von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser maszen. Niemand wird nun annehmen mögen, dasz diese Körner als Nahrung verschluckt wurden, und doch machten sie mehr als die Hälfte der Excrementhaufen aus, denn sie wogen 19 Gran, während die ganze Excrementmasse 33 Gran gewogen hatte. Sobald nur immer ein Wurm bis zu einer Tiefe von einigen Fuszen in nicht gestörtem, compactem Boden sich eingräbt, musz er sich seinen Durchgang durch Verschlucken der Erde erzwingen; denn es ist unglaublich, dasz der Boden auf allen Seiten dem Drucke des Schlundkopfes nachgeben könnte, wenn derselbe innerhalb des Wurmkörpers vorgestoszen wird.

Dasz die Würmer eine gröszere Quantität Erde zu dem Zwecke verschluckten, irgend welche nahrhafte Substanz, welche dieselbe enthalten möge, auszuziehen, als um ihre Röhren zu bauen, scheint mir sicher zu sein. Da aber diese alte Annahme von einer so hohen Autorität wie CLAPARÈDE bezweifelt worden ist, so müssen die Belege zu ihren Gunsten mit einiger Ausführlichkeit mitgetheilt werden. Eine derartige Annahme hat a priori nichts Unwahrscheinliches; denn auszer andern Anneliden, ganz besonders der *Arenicola piscatorum*, welche eine solche ungeheure Menge von Excrementhaufen auf den zwischen den Fluthgrenzen liegenden Sandflächen der britischen (und nordeuropäischen) Küste auswirft, und von welcher angenommen wird, dasz sie sich in dieser Weise ernährt, gibt es zu den verschiedensten Classen gehörige Thiere, welche nicht bohren, aber gewohnheitsgemäsz grosze Mengen von Sand verschlucken, namentlich die Molluskengattung *Onchidium* und viele Echinodermen¹⁰.

Wenn Erde nur dann verschluckt würde, wenn die Würmer ihre Röhren tiefer grüben, oder wenn sie neue Röhren bauten, so würden Excrementrollen nur gelegentlich ausgeworfen werden; aber an vielen Orten sind frische Excrementmassen an jedem Morgen zu sehen, und die Menge der aus einem und demselben Wurmloche im Laufe mehrerer Tage ausgeworfenen Erde ist bedeutend. Und doch bohren sich die Würmer nicht bis zu einer groszen Tiefe ein, ausgenommen wenn

¹⁰ Ich führe dies nach der Autorität von Semper an, Reisen im Archipel der Philippinen, 2. Th. 1877. p. 30.

das Wetter sehr trocken oder intensiv kalt ist. Auf meiner Rasenfläche hat die Schicht der schwarzen Ackererde nur eine Mächtigkeit von ungefähr 5 Zoll und liegt über einem hellfarbigen oder röthlichen thonigen Boden; wenn nun Excrementhaufen in der allergrössten Menge ausgeworfen werden, so ist nur ein verhältnismässig kleiner Theil hell gefärbt, und es ist doch unglaublich, dass die Würmer Tag für Tag frische Röhren nach allen Richtungen hin in der dünnen oberflächlichen Schicht dunkelgefärbten Humus bauen sollten, wenn sie nicht irgend welche Nahrung aus ihm zögen. Ich habe einen durchaus analogen Fall auf einem Felde in der Nähe meines Hauses beobachtet, wo hellrother Thon dicht unter der Oberfläche lag. Ferner wurde ermittelt, dass auf einem Theile der Downs in der Nähe von Winchester die vegetabilische über der Kreide liegende Ackererde nur eine Mächtigkeit von zwischen 3 bis 4 Zoll hatte; und die vielen dort aufgeworfenen Excrementhaufen waren so schwarz wie Tinte und brausten mit Säuren nicht auf, so dass sich also die Würmer auf diese dünne oberflächliche Schicht von Humus beschränkt haben müssen, von welchem täglich grosse Mengen verschluckt wurden. Auf einer anderen Stelle in keiner grossen Entfernung davon waren die Excremente weisz; warum die Würmer an gewissen Stellen sich in die Kreide eingebohrt haben und an anderen nicht, bin ich nicht im Stande zu vermuthen.

Auf meiner Besetzung waren zwei grosse Haufen Blätter zum Verwesen liegen gelassen worden, und noch Monate nach ihrer Entfernung war die nackte, mehrere Yards im Durchmesser haltende Oberfläche so dicht mit Wurmexcremente mehrere Monate hindurch bedeckt, dass sie eine beinahe zusammenhängende Schicht bildeten; die grosse Anzahl von Würmern, welche hier lebte, muss während dieser Monate von der in der schwarzen Erde enthaltenen nahrhaften Substanz gelebt haben.

Von einem anderen Haufen faulender Blätter wurde die unterste, mit etwas Erde vermischte Schicht unter einer starken Vergrößerung untersucht; die Anzahl von Sporen verschiedener Form und Grösze, welche dieselbe enthielt, war erstaunlich gross; und diese im Kaugen der Würmer zerquetscht, wird in hohem Masse dazu beigetragen haben, sie zu ernähren. Wo nur immer Excrementmassen in der grössten Menge aufgeworfen werden, werden wenig oder gar keine Blätter in die Röhren eingezogen; so wurde beispielsweise der Rasen

entlang einer ungefähr 200 Yards langen Hecke im Herbst täglich während mehrerer Wochen beobachtet, und jeden Morgen waren frische Excrementhaufen zu sehen; aber nicht ein einziges Blatt wurde in diese Höhlen hineingezogen. Nach der schwarzen Färbung dieser Excrementmassen und nach der Beschaffenheit des Untergrundes konnte dieselbe aus keiner grösseren Tiefe als aus 6 oder 8 Zoll heraufgeschafft worden sein. Von was hätten nun die Würmer während dieser ganzen Zeit leben können, wenn nicht von der in der schwarzen Erde enthaltenen Substanz? Wo dagegen andererseits nur immer eine grosse Zahl von Blättern in die Röhren gezogen wurden, schienen die Würmer hauptsächlich von ihnen zu leben, denn dann werden nur wenig erdige Excremente auf der Oberfläche aufgeworfen. Diese Verschiedenheit in dem Benehmen der Würmer zu verschiedenen Zeiten erklärt vielleicht eine Angabe CLAPAREDE's, dass nämlich zerkleinerte Blätter und Erde immer in verschiedenen Theilen ihres Darmcanals gefunden werden.

Würmer sind zuweilen an Stellen ausserordentlich häufig, wo sie nur selten oder niemals abgestorbene oder frische Blätter erhalten können, so beispielsweise unter dem Pflaster in sorgfältig gekehrten Höfen, wohin nur gelegentlich Blätter geweht werden. Mein Sohn HORACE untersuchte ein Haus, dessen eine Ecke sich gesenkt hatte; und hier fand er im Keller, welcher im äussersten Masse feucht war, kleine Wurmexcrementhaufen zwischen den Steine aufgeworfen, mit denen der Keller gepflastert war; und in diesem Falle ist es unwahrscheinlich, dass die Würmer überhaupt jemals Blätter erlangt haben.

Aber den besten mir bekannten Beweis dafür, dass Würmer wenigstens während beträchtlicher Perioden ausschliesslich von der in der Erde enthaltenen organischen Substanz leben, bieten einige Thatsachen dar, welche mir Dr. KING mitgetheilt hat. In der Nähe von Nizza finden sich grosse Excrementmassen in ganz ausserordentlicher Anzahl, so dass häufig 5 oder 6 innerhalb eines Quadratfusses Oberfläche gefunden wurden. Sie bestehen aus feiner, blaszgefärbter, kalkige Substanz enthaltenden Erde, welche, nachdem sie durch den Körper der Würmer durchgegangen und getrocknet worden ist, mit beträchtlicher Kraft zusammenhängt. Ich habe Grund zur Annahme, dass diese Excrementmassen von Arten der Gattung *Perichaeta* gebildet worden sind, die aus dem Orient hierher versetzt und naturalisirt worden

sind¹¹. Sie erheben sich wie Thürme (Fig. 2); ihre Gipfel sind häufig ein wenig breiter als ihre Basen; ihre Höhe beträgt zuweilen über 3 und häufig $2\frac{1}{2}$ Zoll. Der höchste unter denen, welche gemessen wurden, war 3,3 Zoll hoch und 1 Zoll im Durchmesser. Ein kleiner cylindrischer Gang läuft in der Mitte eines jeden solchen Thurms in die Höhe; durch denselben steigt der Wurm hinauf, um die Erde, welche

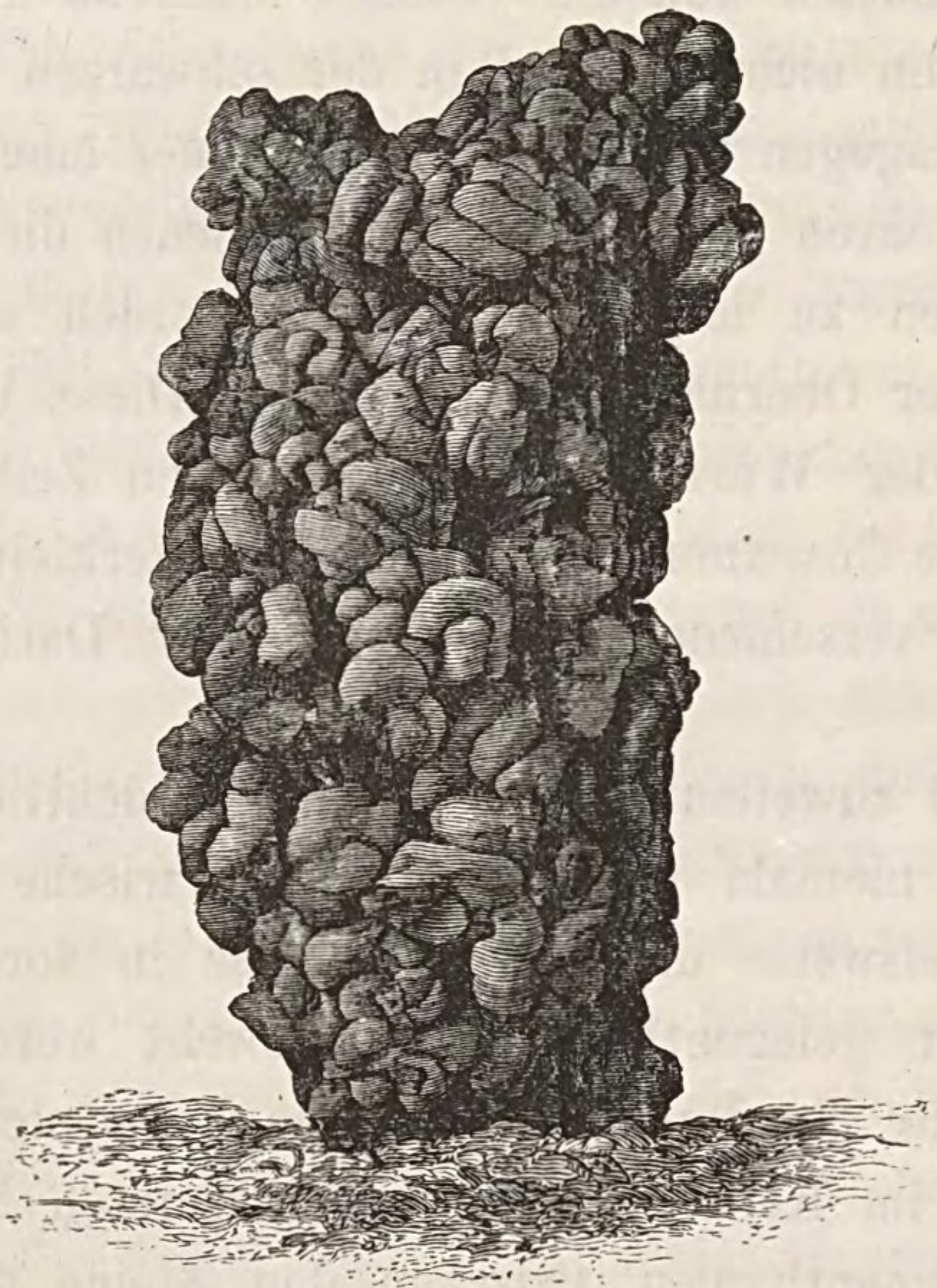


Fig. 2. Thurmähnlicher Excrementhaufen aus der Nähe von Nizza, aus Erde gebildet und wahrscheinlich von einer Species von *Perichaeta* ausgeleert; natürliche Grösze, nach einer Photographie copirt.

er verschluckt hatte, auszuwerfen und dadurch die Höhe des Thurmes etwas zu vergrößern. Ein Gebilde dieser Art würde es nicht leicht

¹¹ Dr. King gab mir einige in der Nähe von Nizza gesammelte Würmer, welche seiner Meinung nach diese Excrementthürme gebildet haben. Sie wurden Herrn Perrier zugeschickt, welcher sie mit groszer Liebenswürdigkeit untersuchte und mir bestimmte: es waren *Perichaeta affinis*, ein Eingeborener von Cochinchina und den Philippinen, *P. luzonica*, ein Eingeborener von Luzon und den Philippinen, und *P. Houletti*, welcher in der Nähe von Calcutta lebt. Mr. Perrier theilt mir mit, dasz Arten von *Perichaeta* in den Gärten in der Nähe von Montpellier und in Algier naturalisirt worden sind. Ehe ich irgend einen Grund zur Vermuthung hatte, dasz die thurmartigen Excrementhaufen von Nizza von Würmern gebildet worden seien, welche nicht in dem Lande endemisch sind, war ich sehr überrascht zu sehen, wie auszerordentlich ähnlich dieselben den Excrementmassen waren, die mir aus der Nähe von Calcutta zugeschickt worden waren, wo es bekannt ist, dasz Arten von *Perichaeta* äusserst häufig sind.

gestatten, dasz Blätter von dem umgebenden Boden in die Röhren eingezogen werden; und Dr. KING, welcher sorgfältig danach suchte, sah niemals auch nur ein Bruchstück eines Blattes in eine Röhre gezogen. Auch konnte keine Andeutung dafür entdeckt werden, dasz die Würmer etwa an der äusseren Fläche dieser Thürme hinabgekrochen wären um Blätter zu suchen, und wenn sie dies gethan hätten, würden beinahe sicher an dem oberen Theile, so lange er weich geblieben war, Spuren zurückgeblieben sein. Es folgt indes hieraus noch nicht, dasz diese Würmer nicht während einer anderen Jahreszeit, in welcher sie keine solchen Thürme bauen, Blätter in ihre Röhren ziehen.

Nach den verschiedenen vorstehend mitgetheilten Fällen kann es kaum bezweifelt werden, dasz Würmer Erde verschlucken, und zwar nicht blosz zum Zwecke, dadurch ihre Röhren auszuhöhlen, sondern auch um Nahrung zu erlangen. HENSEN kommt indes nach seinen Humusanalysen zum Schlusse, dasz Würmer wahrscheinlich nicht von gewöhnlicher vegetabilischer Ackererde leben könnten, obschon er zugibt, dasz sie bis zu einem gewissen Masse von Blätterhumus ernährt werden könnten¹². Wir haben aber gesehen, dasz Würmer gierig rohes Fleisch, Fett und todte Würmer verschlingen, und gewöhnliche Ackererde kann kaum anders als viele Eier, Larven und kleine lebendige oder todte Geschöpfe enthalte, ebenso Sporen cryptogamer Pflanzen und Microcokken, wie diejenigen, welche den Salpeter entstehen lassen. Diese verschiedenen Organismen, in Verbindung mit etwas Cellulose aus allen den nicht vollständig verfaulten Blättern und Wurzeln, dürften wohl den Umstand erklären, dasz so grosze Quantitäten von Humuserde von den Würmern verschluckt werden. Es dürfte vielleicht der Mühe werth sein, hier an die Thatsache zu erinnern, dasz gewisse Species von *Utricularia*, welche an feuchten Orten in den Tropen leben, wundervoll zum Fangen kleinster unterirdisch lebender Thierchen eingerichtete Blasen besitzen; und diese Fallen würden nicht entwickelt worden sein, wenn nicht viele kleine Thiere einen derartigen Boden bewohnten.

Die Tiefe, bis zu welcher Würmer vordringen und die Construction ihrer Röhren. — Obschon die Würmer gewöhnlich in der Nähe der Oberfläche leben, so bohren sie sich doch während lange fortdauernden trockenen Wetters oder strenger Kälte bis zu einer

¹² Zeitschr. f. wiss. Zoolog. 28. Bd. 1877. p. 364.

beträchtlichen Tiefe ein. In Scandinavien, nach der Angabe von EISEN, und in Schottland, nach der Angabe von Mr. LINDSAY CARNAGIE, erstrecken sich die Röhren hinab bis in eine Tiefe von 7 bis 8 Fusz, in Nord-Deutschland, nach der Angabe HOFFMEISTER's, von 6 bis 8 Fusz, doch gibt HENSEN nur eine Tiefe von 3 bis 6 Fusz an. Der letztgenannte Beobachter hat Würmer in einer Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Fusz unter der Oberfläche gefroren gesehen. Ich selbst habe nicht viel Gelegenheiten zur Beobachtung gehabt, ich habe aber häufig Würmer in Tiefen von 3 bis 4 Fusz angetroffen. In einer auf der Kreide ruhenden Schicht feinen Sandes, welche nie gestört worden war, wurde bei 55 Zoll Tiefe ein Wurm in zwei Stücke zerschnitten, und ein anderer wurde hier im December bei 61 Zoll unter der Oberfläche auf dem Boden seiner Röhre gefunden. Endlich wurde in Erde in der Nähe einer alten römischen Villa, welche viele Jahrhunderte nicht aufgestört worden war, ein Wurm in der Tiefe von 66 Zoll angetroffen; und dies war in der Mitte des August.

Die Röhren laufen senkrecht oder gewöhnlicher ein wenig schräg hinab. Es wird zuweilen angegeben, dasz sie sich verzweigen; so viel ich aber gesehen habe, kommt dies nicht vor, ausgenommen in frisch gegrabenem Boden und nahe der Oberfläche. Sie sind meistens, oder wie ich glaube ausnahmslos, mit einer dünnen Schicht feiner, dunkel gefärbter, von den Würmern ausgeleerter Erde ausgekleidet, so dasz sie ursprünglich ein wenig weiter gemacht worden sein müssen, als ihr schlieszlicher Durchmesser beträgt. Ich habe mehrere Wurmröhren in ungestört gewesenem Sande bei einer Tiefe von 4 Fuss 6 Zoll in dieser Weise ausgekleidet gesehen. Die Wände frischer Röhren sind häufig mit kleinen kugligen Ballen aus dem Darm entleerter Erde, die noch weich und klebrig ist, besetzt; und allem Anscheine nach werden diese durch den Wurm, wie er in seiner Röhre auf- und abwärts fährt, gleichmässig nach allen Seiten ausgebreitet. Die so gebildete Auskleidung wird, wenn sie beinahe trocken ist, sehr compact und glatt und passt genau über den Körper des Wurms. Die äusserst kleinen, rückwärts gerichteten Borsten, welche in Reihen an allen Seiten des Körpers vorspringen, haben dadurch ausgezeichnete Unterstützungspunkte, und im Ganzen ist die Röhre für die rapiden Bewegungen des Wurms vortrefflich eingerichtet. Der Überzug scheint auch die Wände der Röhren zu verstärken und sichert vielleicht den Wurmkörper vor dem Gekratztwerden. Ich glaube dies deshalb, weil mehrere

Röhren, welche durch eine Schicht gesiebter und über Rasen in einer Mächtigkeit von $1\frac{1}{2}$ Zoll ausgebreiteter Kohlenschlacken durchtreten, in dieser Weise in einer ungewöhnlichen Dicke ausgekleidet waren. Nach den Excrementmassen zu urtheilen, hatten in diesem Falle die Würmer die Schlackenstückchen nach allen Seiten fortgeschoben und hatten keine derselben verschluckt. An einer anderen Stelle traten ähnlich ausgekleidete Wurmröhren durch eine Schicht grober Kohlenschlacken von $3\frac{1}{2}$ Zoll Dicke. Wir sehen hieraus, dasz die Wurmröhren nicht einfache Aushöhlungen sind, sondern eher mit Tunnels verglichen werden können, die mit Cement ausgekleidet sind.

Die Mündungen der Röhren sind auszerdem häufig mit Blättern ausgekleidet oder gefüttert; und dies ist ein von dem, die Mündungen zu verstopfen, verschiedener Instinct, welcher bis jetzt noch nicht bemerkt worden zu sein scheint. In zwei Töpfen gefangen gehaltenen Würmern wurden viele Blätter der gemeinen Kiefer oder Föhre (*Pinus sylvestris*) gegeben; und als nach mehreren Wochen die Erde sorgfältig aufgebrochen wurde, stellte sich heraus, dass die oberen Theile dreier schräger Wurmröhren in einer Ausdehnung von 7, 4 und $3\frac{1}{2}$ Zoll mit Kieferblättern, zusammen mit anderen Blättern, welche den Würmern zur Nahrung gegeben waren, umgeben waren. Glasperlen und Stückchen Ziegel, welche auf die Oberfläche des Bodens gestreut worden waren, waren in die Zwischenräume zwischen die Kieferblätter eingesteckt, und diese selben Zwischenräume waren gleichfalls noch mit den klebrigen, von den Würmern ausgeleerten Excrementrollen gepflastert. Die in dieser Weise hergestellten Gebilde hiengen so gut zusammen, dasz es mir gelang, ein solches mit ein wenig daran hängender Erde zu entfernen. Es bestand aus einem unbedeutend gekrümmten cylindrischen Gehäuse, dessen Inneres durch Löcher in den Seiten und an beiden Enden gesehen werden konnte. Die Kieferblätter waren sämmtlich mit ihrer Basis hineingezogen worden, und die scharfen Spitzen der Nadeln waren in den Überzug von ausgeleerter Erde hineingedrückt worden. Wäre dies nicht in erfolgreicher Weise ausgeführt worden, so würden die scharfen Spitzen das Zurückziehen der Würmer in ihre Höhlen verhindert haben, es würden dann diese Gebilde Fallen ähnlich geworden sein, die mit convergirenden Drahtspitzen versehen, den Eintritt eines Thieres leicht, seinen Austritt aber schwierig oder unmöglich machen. Die von diesen Würmern entfaltete Geschicklichkeit ist beachtenswerth, und sie ist um so

merkwürdiger, als die Kiefer in diesem Theile Englands nicht einheimisch ist.

Nachdem ich diese von gefangen gehaltenen Würmern verfertigten Röhren untersucht hatte, sah ich nach einigen in einem Blumenbeete in der Nähe einiger Föhren. Sie waren sämmtlich in der gewöhnlichen Art und Weise mit den Blättern dieses Baumes, welche bis zu einer Länge von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll eingezogen worden waren, zugestopft; aber die Mündungen vieler von ihnen waren gleicherweise mit diesen Blättern, untermischt mit Bruchstücken anderer Blätterarten, die bis zu einer Tiefe von 4 oder 5 Zoll hineingezogen worden waren, ausgefüllt. Wie früher angegeben worden ist, bleiben Würmer häufig lange in der Nähe der Mündungen ihrer Röhren liegen, augenscheinlich der Wärme wegen; und die korbartigen, aus Blättern hergestellten Gebilde werden ihren Körper davor hüten, dasz sie mit der kalten feuchten Erde in dichte Berührung kommen. Dasz sie gewöhnlich auf den Kieferblättern ruhten, wurde dadurch wahrscheinlich, dasz diese reine und beinahe polirte Oberflächen hatten.

Die Röhren, welche sehr tief in den Boden hinab laufen, enden meistens, oder wenigstens häufig mit einer kleinen Erweiterung oder Kammer. Hier verbringen, nach der Angabe von HOFFMEISTER, ein oder mehrere Würmer, zu einer Kugel aufgerollt, den Winter. Mr. LINDSAY CARNAGIE theilte mir (1838) mit, dasz er viele Wurmröhren über einem Steinbruch in Schottland untersucht habe, wo der darüber liegende Lössthon und die Humusschicht vor Kurzem weggeräumt und ein kleiner senkrechter Felsabhang übrig gelassen war. In mehreren Fällen war eine und dieselbe Röhre an zwei oder drei Stellen, einer über der anderen, ein wenig erweitert, und sämmtliche Röhren endeten in einer Tiefe von 7 oder 8 Fusz unter der Oberfläche in einer ziemlich groszen Kammer. Diese Kammern enthielten viele kleine scharfe Steinstückchen und Hülsen von Flachssamen. Sie müssen auch lebende Samen enthalten haben, denn im folgenden Frühjahr sah Mr. CARNAGIE Graspflanzen aus einigen der durchschnittenen Kammern herauswachsen. Ich fand in Abinger in Surrey zwei Röhren, welche in einer Tiefe von 36 und 41 Zoll in ähnlichen Kammern endeten, und diese waren mit kleinen Geschiebesteinen, ungefähr so grosz wie Senfkörner, ausgekleidet oder gepflastert; und in einer dieser Kammern war ein verfaultes Haferkorn mit seiner Hülse. HENSEN gibt gleichfalls an, dasz der Boden der Röhren mit kleinen Steinen gepflastert ist; und wo

diese nicht zu beschaffen waren, waren Samenkörner, wie es schien, von der Birne, benutzt worden; davon waren nicht weniger als fünfzehn in eine einzige Röhre hinabgeschafft worden, und eines derselben hatte gekeimt¹³. Wir sehen hieraus, wie leicht hier ein Botaniker getäuscht werden könnte, welcher zu erfahren wünschte, wie lange tief eingegrabene Samen am Leben bleiben können, wenn er aus einer beträchtlichen Tiefe Erde sammelte, unter der Voraussetzung, dasz sie nur solche Samenkörner enthalten könne, welche lange Zeit begraben gelegen hätten. Es ist wahrscheinlich, dasz die kleinen Steinchen ebenso wie die Samenkörner dadurch von der Oberfläche hinabgeschafft worden sind, dasz sie verschluckt wurden; denn von in Töpfen gehaltenen Würmern wurde eine überraschend grosze Zahl von Glasperlen, Ziegel- und Glasstückchen sicher in dieser Weise hinabgeschafft; einige dürften aber auch im Munde gehalten hinabgebracht worden sein. Die einzige vermuthungsweise Vorstellung, welche ich mir darüber bilden kann, warum die Würmer ihren Winteraufenthaltort mit kleinen Steinen und Samen auskleiden, ist die, dasz sie dadurch verhüten wollen, dasz ihr dicht aufgerollter Körper mit dem umgebenden kalten Boden in dichte Berührung kommt; eine derartige Berührung würde vielleicht ihre Respiration stören, welche nur durch die Haut vermittelt wird.

Nachdem ein Wurm Erde verschluckt hat, mag er es behufs Aus-
höhlung seiner Röhre oder zur Ernährung gethan haben, kommt er an die Oberfläche um seinen Körper zu entleeren. Die ausgeworfene Erde ist mit den Absonderungen der Darmwände durch und durch vermischt und ist dadurch klebrig geworden. Nachdem sie ausgetrocknet ist, wird sie hart. Ich habe Würmer während des Actes der Entleerung beobachtet; war die Erde in einem sehr flüssigen Zustande, so wurde sie in kleinen Stöszen ausgeworfen, war sie nicht so flüssig, so folgte die Entleerung durch eine langsame peristaltische Bewegung. Sie wird nicht unterschiedslos auf irgend eine Seite hingeworfen, sondern mit ziemlicher Sorgfalt zuerst nach der einen Seite und dann nach einer anderen; der Schwanz wird dabei fast wie eine Kelle benutzt. Sobald ein kleiner Haufe gebildet worden ist, vermeidet der Wurm augenscheinlich, der Sicherheit wegen, seinen Schwanz vorzustrecken; und die erdige Masse wird durch die vorausgehend entleerte weiche Masse hinaufgetrieben. Die Mündung einer und derselben Röhre wird

¹³ Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 28. Bd. 1877. p. 356.

DARWIN, Bildung der Ackererde. (XIV. 1.)

eine beträchtliche Zeit hindurch zu diesem Zwecke benutzt. Was die thurmartigen Excrementhaufen (s. Fig. 2) aus der Nähe von Nizza und die ähnlichen, aber noch höheren aus Bengalen (welche später noch beschrieben und abgebildet werden) betrifft, so wird ein ansehnlicher Grad von Geschicklichkeit bei ihrer Bildung entfaltet. Auch beobachtete Dr. KING, dasz der Gang aufwärts durch diese thurmartigen Massen kaum jemals in genau derselben Linie mit der darunter liegenden Röhre verlaufe, so dasz ein dünner cylindrischer Gegenstand, wie z. B. ein Grashalm, nicht durch den Thurm in die Röhre eingeführt werden konnte; diese Änderung in der Richtung dient wahrscheinlich in irgend welcher Weise zum Schutze. Wenn ein Wurm auf die Oberfläche kommt, um Erde auszuwerfen, so streckt er den Schwanz vor; wenn er aber Blätter einsammelt, musz er seinen Kopf vorstrecken. Es müssen daher die Würmer die Fähigkeit haben, sich in ihren, ihrem Körper dicht anpassenden Röhren herumzudrehen; und dies ist, wie es uns scheint, eine schwierige Leistung.

Würmer werfen nicht immer ihre Excrementhaufen auf die Oberfläche des Bodens aus. Wenn sie irgend eine Höhle finden können, so z. B. wenn sie in frisch umgegrabene Erde bohren oder zwischen den Stämmen umdämmter Pflanzen, so legen sie ihre Excrementmassen an solchen Orten ab. So wird ferner jede Höhle unter einem groszen an der Oberfläche der Erde liegenden Steine bald mit ihren Excrementmassen ausgefüllt. Nach der Angabe von HENSEN werden gewöhnlich alte Wurmröhren zu diesem Zwecke benützt; so weit aber meine Erfahrung reicht, ist dies nicht der Fall, ausgenommen diejenigen in der Nähe der Oberfläche in vor Kurzem umgegrabnem Boden. Ich glaube, dasz HENSEN dadurch getäuscht worden sein dürfte, dasz die Wände alter mit schwarzer Erde ausgekleideter Röhren eingesunken oder zusammengefallen waren; denn hierdurch werden schwarze Streifen zurückgelassen, und diese sind, wenn sie durch hellgefärbten Boden durchziehen, in die Augen fallend und dürften wohl für vollständig angefüllte Röhren gehalten werden können.

Es ist sicher, dasz alle Wurmröhren mit der Zeit zusammenfallen; denn, wie wir im nächsten Capitel sehen werden, die feine von den Würmern ausgeleerte Erde würde, wenn sie gleichmässig ausgebreitet würde, an vielen Stellen im Laufe eines Jahres eine Schicht von $\frac{1}{5}$ Zoll Mächtigkeit bilden, so dasz jedenfalls wenigstens diese grosze Menge

nicht innerhalb der alten nicht gebrauchten Röhren abgelagert wird. Wenn die Röhren nicht zusammenfielen, würde der ganze Boden zuerst mit Röhren bis zu einer Tiefe von ungefähr zehn Zoll dicht durchsiebt sein und in fünfzig Jahren würde ein hohler, nicht unterstützter Raum von zehn Zoll Tiefe übrig sein. Auch die durch das Wegfaulen der nacheinander gebildeten Wurzeln von Bäumen und anderen Pflanzen gebildeten Höhlen müssen im Verlaufe der Zeit zusammensinken.

Die Röhren der Würmer laufen senkrecht oder ein wenig schräg nach unten, und wo der Boden nur überhaupt etwas thonig ist, begegnet die Annahme keiner Schwierigkeit, dass die Wandungen während sehr nassen Wetters langsam nach innen fließen oder gleiten. Wenn indes der Boden sandig oder mit vielen kleinen Steinen vermischt ist, kann er kaum klebrigzäh genug sein, um selbst während des nassesten Wetters nach innen zu fließen; es dürfte hier aber eine andere Erscheinung in's Spiel kommen. Nach vielem Regen schwillt der Boden an, und da er sich nicht nach der Seite hin ausdehnen kann, erhebt sich die Oberfläche; während trockenen Wetters sinkt sie wieder ein. So sank beispielsweise ein grosser flacher, auf die Oberfläche eines Feldes gelegter Stein, solange das Wetter trocken war, zwischen dem 9. Mai und 13. Juni um 3,33 mm ein und erhob sich zwischen dem 7. und 19. September wieder um 1,91 mm, nachdem während des letzten Theils dieser Zeit viel Regen gefallen war. Während der Fröste und der Periode des Thauens waren diese Bewegungen zweimal so gross. Diese Beobachtungen wurden von meinem Sohn HORACE angestellt, welcher später eine Darstellung der Bewegungen dieses Steines während aufeinanderfolgender nasser und trockener Zeiten und der Wirkungen des Unterminirens desselben durch die Würmer veröffentlicht wird. Wenn nun der Boden von cylindrischen Röhren, wie von Wurmröhren, durchbohrt ist, so werden, wenn die Erde anschwillt, die Wandungen der Röhren leicht nachgeben und nach innen gedrückt werden; und in Folge des bedeutenden Gewichts der darüberliegenden Erde wird das Nachgeben in den tieferen Theilen (vorausgesetzt, dass das Ganze gleichmässig durchfeuchtet ist) grösser sein als in den Theilen näher an der Oberfläche. Wenn die Erde zusammentrocknet, werden die Wandungen ein wenig zusammenschrumpfen und die Röhren werden ein wenig erweitert werden. Ihre Erweiterung durch die seitliche Zusammenziehung des Bodens wird indessen durch das Gewicht der darüber liegenden Erde nicht begünstigt, vielmehr eher verhindert werden.

Verbreitung der Regenwürmer. — Regenwürmer finden sich in allen Theilen der Erde, und einige Gattungen derselben haben eine ungeheure Verbreitung¹⁴. Sie leben auf den allerisolirtest gelegenen Inseln; sie sind auf Island äusserst zahlreich und es ist bekannt, dasz sie in West-Indien, auf St. Helena, Madagascar, Neu-Caledonien und Tahiti existiren. Aus den antarctischen Gebieten sind Regenwürmer von Kerguelen-Land von RAY LANKESTER beschrieben worden; und ich habe solche auf den Falkland-Inseln gefunden. Auf welche Weise sie derartige isolirte Inseln erreichen, ist für jetzt vollständig unbekannt. Sie werden leicht durch Salzwasser getödtet, und es scheint nicht wahrscheinlich zu sein, dasz junge Würmer oder Eierkapseln mit, den Füßen oder Schnäbeln von Landvögeln anhängender Erde weiter geschafft werden könnten. Übrigens wird Kerguelen-Land gegenwärtig nicht von einem einzigen Landvogel bewohnt.

Wir haben es in dem vorliegenden Bande hauptsächlich mit der von Würmern aufgeworfenen Erde zu thun, und ich habe einige That- sachen über diesen Gegenstand in Bezug auf entfernte Länder gesammelt. In den Vereinigten Staaten von Nord-America werfen die Würmer Massen von Excrementhaufen auf. In Venezuela sind Excrementhaufen, welche wahrscheinlich von Arten der Gattung *Urochaeta* aufgeworfen werden, in den Gärten und auf den Feldern häufig, wie ich aber von Dr. ERNST in Caracas höre, nicht in den Wäldern. Auf dem, eine Flächenausdehnung von 200 Quadrat-Yard haltenden Hofraume an seinem Hause sammelte er 156 Excrementmassen. Sie schwankten in der Grösze von einem halben Cubikcentimeter bis zu fünf Cubikcentimeter und maszen im Mittel drei Cubikcentimeter. Sie waren daher klein, verglichen mit denen, welche man häufig in England findet, denn sechs grosze Excrementmassen von einem Felde in der Nähe meines Hauses maszen im Mittel 16 Cubikcentimeter. In St. Catharina in Süd-Brasilien sind mehrere Species von Regenwürmern häufig; und FRITZ MÜLLER theilt mir mit, „dasz an den meisten Stellen „der Wälder und Weideländereien der ganze Boden bis zur Tiefe von „einem Viertel-Meter so aussieht, als wäre er wiederholt durch die „Darmcanäle von Würmern gegangen, selbst wenn kaum irgend welche „Excrementhaufen auf der Oberfläche zu sehen sind.“ Man findet dort, freilich sehr selten, eine riesengrosze Art, deren Röhren zuweilen nicht

¹⁴ Perrier, in: Arch. de Zoolog. expérim. Tom. 3. 1874. p. 378.

weniger als zwei Centimeter oder nahezu $\frac{4}{5}$ Zoll im Durchmesser grosz sind und welche allem Anschein nach den Boden bis zu einer bedeutenden Tiefe durchbohren.

Ich hatte kaum erwartet, dasz in dem trockenen Clima von Neu-Süd-Wales Würmer gemein sein würden; Dr. G. KREFFT von Sydney theilt mir aber, nachdem er sich bei Gärtnern und anderen Leuten erkundigt hatte, ebenso wie nach seinen eigenen Beobachtungen mit, dasz Wurmexcremente äusserst häufig sind. Er schickte mir einige nach heftigem Regen gesammelte, sie bestanden aus kleinen Häufchen von ungefähr 0,15 Zoll Durchmesser; die schwarze sandige Erde, aus welcher sie gebildet waren, hieng noch immer mit beträchtlicher Zähigkeit zusammen.

Der verstorbene Mr. JOHN SCOTT vom botanischen Garten in Calcutta hat in meinem Interesse viele Beobachtungen über die in dem heissen und feuchten Clima von Bengalen lebenden Würmer angestellt. Die Excrementhaufen sind beinahe überall äusserst häufig, in Jungles und auf offenem Boden, und zwar, wie er meint, in noch höherem Masze als in England. Nachdem sich das Wasser von den überflutheten Reisfeldern zurückgezogen hat, wird die ganze Fläche sehr bald mit Excrementmassen dicht besetzt, — eine Thatsache, welche Mr. SCOTT sehr überraschte, da er nicht wusste, wie lange Würmer unter Wasser leben können. Im botanischen Garten rufen sie viele Unannehmlichkeiten hervor; „denn einige unserer schönsten Rasenplätze „lassen sich nur dadurch einigermaßen in Ordnung halten, dasz sie „täglich gewalzt werden; lässt man sie nur einige wenige Tage ungestört, so werden sie mit groszen Excrementhaufen dicht besetzt.“ Dieselben sind denen auszerordentlich ähnlich, welche als bei Nizza sehr häufig vorkommend erwähnt wurden; sie sind wahrscheinlich das Werk einer Species von *Perichaeta*. Sie erhoben sich wie kleine Thürme, mit einem offenen Gange in der Mitte.

Es wird hier eine Abbildung eines dieser Excrementhaufen nach einer Photographie mitgetheilt (Fig. 3). Der gröszte, den ich erhalten habe, masz $3\frac{1}{2}$ Zoll in der Höhe und 1,35 Zoll im Durchmesser; ein anderer masz nur $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, und $2\frac{3}{4}$ Zoll in der Höhe. Im folgenden Jahre masz Mr. SCOTT mehrere von den gröszten Excrementhaufen; der eine war 6 Zoll hoch und hatte nahezu $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser; zwei andere waren 5 Zoll hoch und maszen beziehungsweise 2 und $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. Das mittlere Gewicht von den 22 mir gesandten

Excrementmassen war 35 Gramm ($1\frac{1}{4}$ Unze), und einer derselben wog 44,8 Gramm (oder 2 Unzen). Diese sämtlichen Excrementmassen wurden entweder in einer Nacht aufgeworfen oder in zweien. Wo in Bengalen der Boden trocken ist, wie unter groszen Bäumen, finden sich Excrementmassen einer verschiedenen Art in ungeheurer Zahl: dieselben bestehen aus kleinen ovalen oder conischen Körpern von

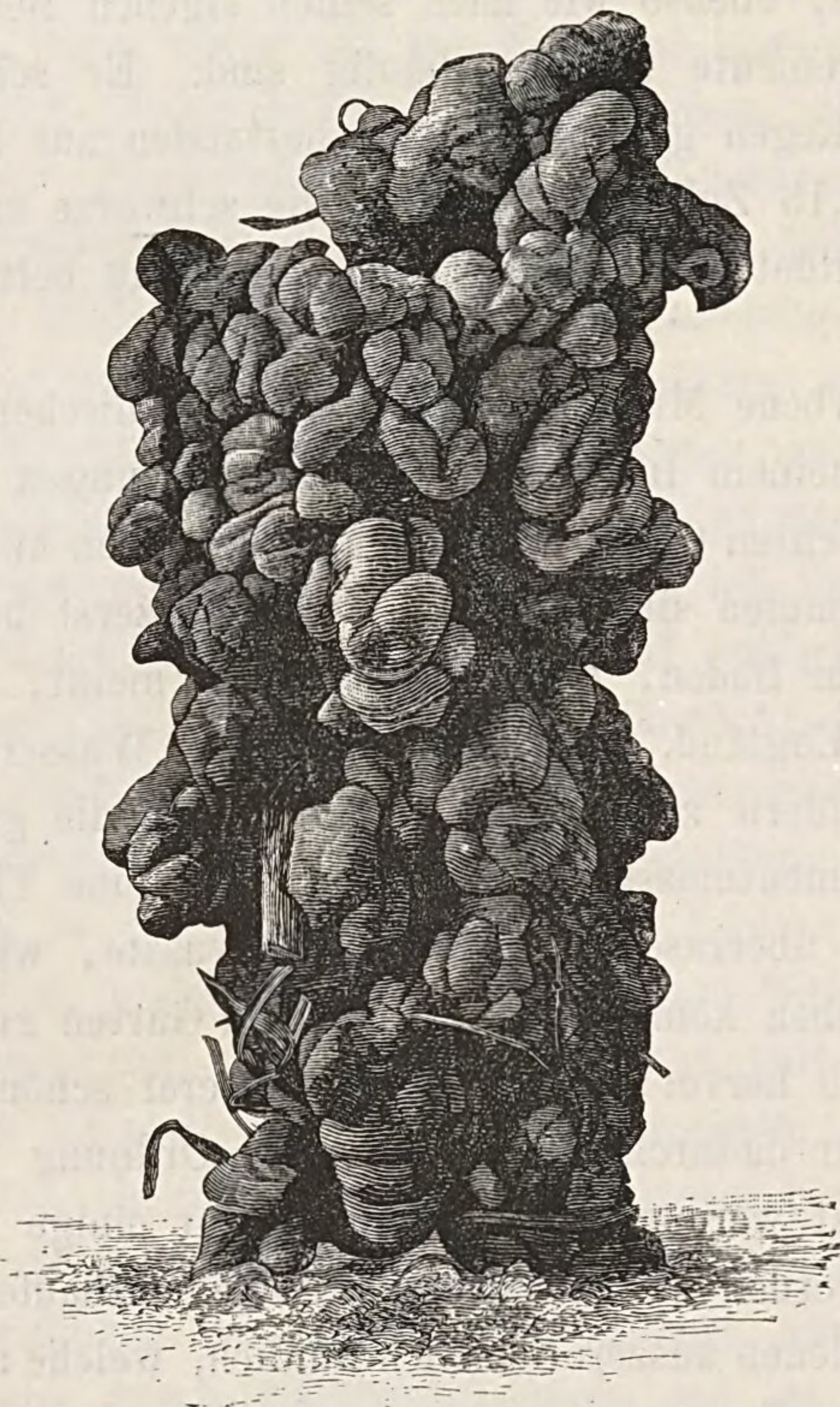


Fig. 3. Ein thurmartiger Excrementhaufen, wahrscheinlich von einer Species von *Perichaeta* ausgeworfen, aus dem botanischen Garten in Calcutta; natürliche Grösze, nach einer Photographie in Holz geschnitten.

ungefähr $\frac{1}{20}$ bis etwas über $\frac{1}{10}$ Zoll Länge. Sie werden offenbar von einer verschiedenen Species von Würmern ausgeleert.

Die Periode, während welcher die Würmer in der Nähe von Calcutta eine solche auszerordentliche Thätigkeit entfalten, dauert nur wenig über zwei Monate, nämlich während der kühlen Jahreszeit nach der Regenperiode. Zu dieser Zeit sind die Würmer meistens ungefähr 10 Zoll unterhalb der Oberfläche zu finden. Während der heissen Jahreszeit bohren sie sich in eine gröszere Tiefe ein und sind dann

zusammengerollt und augenscheinlich Sommerschlaf haltend zu finden. Mr. SCOTT hat sie nie in einer grösseren Tiefe als $2\frac{1}{2}$ Fusz gefunden, er hat aber dann gehört, dass sie bei 4 Fusz Tiefe gefunden worden sind. Innerhalb der Wälder sind frische Excrementhaufen selbst während der heissen Jahreszeit zu finden. Im botanischen Garten ziehen die Würmer während der kühleren und trockenen Jahreszeit viele Blätter und kleine Zweigstückchen in die Mündungen ihrer Röhren, wie unsere englischen Regenwürmer; während der Regenzeit thun sie dies aber nur selten.

Mr. SCOTT hat Wurmexcrementmassen auf den hohen Bergen von Sikkim in Nord-Indien gesehen. In Süd-Indien fand Dr. KING an einer



Fig. 4. Ein Excrementhaufen von den Nilgiri-Bergen in Süd-Indien; natürliche Grösze, nach eine Photographie in Holz geschnitten.

Stelle, auf dem Plateau der Nilgiris, in einer Erhebung von 7000 Fusz „ziemlich viel Excrementhaufen“, welche ihrer bedeutenden Grösze wegen interessant sind. Die Würmer, welche dieselben auswerfen, sind nur während der nassen Jahreszeit zu sehen, und sollen dem Berichte nach, von 12 bis 15 Zoll in der Länge messen und so dick sein wie der kleine Finger eines Mannes. Diese Excrementmassen wurden von Dr. KING nach einer Periode von 110 Tagen ohne irgend welchen Regen gesammelt; sie mussten entweder während des Nordost-Monsun oder noch wahrscheinlicher während des vorhergehenden Südwest-Monsun ausgeworfen worden sein, denn ihre Oberflächen hatten etwas durch Zersetzung gelitten, auch waren sie von vielen feinen Wurzeln durch-

setzt. Es wird hier eine Abbildung von einer derselben mitgetheilt (Fig. 4), welche noch am besten ihre ursprüngliche Grösze und ihr ursprüngliches Ansehen bewahrt zu haben scheint. Trotz etwas Verlustes in Folge der Zersetzung wogen von fünf von den grössten dieser Excrementmassen (nachdem sie gut in der Sonne getrocknet waren), im Mittel eine jede 89,5 Gramm oder über 3 Unzen, und die gröszte wog 123,14 Gramm, oder $4\frac{1}{3}$ Unzen, — d. h. über ein Viertel Pfund! Die grössten Windungen waren etwas mehr als einen Zoll im Durchmesser; wahrscheinlich aber hatten sie sich, während sie weich waren, etwas gesenkt, und es war dadurch ihr Durchmesser etwas vergrößert worden. Einige waren so stark auseinander geflossen, dasz sie gegenwärtig aus einer Säule übereinanderliegender, platter zusammenfliessender Kuchen bestanden. Sie waren sämmtlich aus feiner, im Ganzen hell gefärbter Erde gebildet und waren überraschend hart und compact, ohne Zweifel in Folge der animalen Substanz, durch welche die Erdpartikelchen mit einander verkittet waren. Sie fielen nicht auseinander, selbst wenn sie einige Stunden lang im Wasser liegen gelassen wurden. Obgleich sie auf die Oberfläche eines kiesigen Bodens ausgeworfen worden waren, enthielten sie doch nur äusserst wenig Steinstückchen, von denen das gröszte nur 0,15 Zoll im Durchmesser hatte.

Dr. KING sah in Ceylon einen Wurm von ungefähr 2 Fusz Länge und $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser; es wurde ihm gesagt, dasz dies eine während der nassen Jahreszeit sehr häufige Species sei. Diese Würmer müssen Excrementhaufen auswerfen, welche mindestens ebenso grosz sind wie die auf den Nilgiri-Bergen; während seines kurzen Aufenthalts auf Ceylon sah aber Dr. KING keine davon. Es sind nun That-sachen in genügender Zahl aufgeführt worden, welche zeigen, dasz die Würmer mit dem Heraufschaffen feiner Erde auf die Oberfläche in den meisten oder allen Theilen der Erde und unter den allerverschiedenartigsten Climates eine grosze Arbeit verrichten.

Drittes Capitel.

Die Menge feiner Erde, welche von Würmern auf die Oberfläche geschafft wird.

Schnelligkeit, mit welcher verschiedene auf die Oberfläche von grasbewachsenen Feldern verstreute Gegenstände von den Excrementen der Würmer bedeckt werden. — Das Begraben eines gepflasterten Wegs. — Das langsame Einsinken grosser auf der Oberfläche liegen gelassener Steine. — Die Anzahl der auf einem gegebenen Raume lebenden Würmer. — Das Gewicht der aus einer Wurmröhre und aus sämtlichen Wurmröhren innerhalb eines gegebenen Raumes ausgeworfenen Erde. — Die Mächtigkeit der Ackererdeschicht, welche die Excremente auf einem gegebenen Raum innerhalb einer gegebenen Zeit bilden würden, wenn sie gleichmässig ausgebreitet würden. — Die geringe Schnelligkeit, mit welcher Ackererde sich zu einer bedeutenden Mächtigkeit ansammeln kann. — Schluss.

Wir kommen jetzt zu dem mehr unmittelbaren Gegenstand des vorliegenden Bandes, nämlich zu der Menge Erde, welche durch die Würmer von unterhalb der Oberfläche heraufgeschafft und später durch den Regen und Wind mehr oder weniger vollständig ausgebreitet wird. Die Menge kann nach zwei Methoden beurtheilt werden — nach der Schnelligkeit, mit welcher an der Oberfläche liegen gelassene Gegenstände begraben werden, und genauer durch Wägen der innerhalb einer gegebenen Zeit heraufgeschafften Erde.

In der Nähe von Maer Hall in Staffordshire war um das Jahr 1827 herum ungelöschter Kalk dick über ein Feld mit gutem Weideland ausgebreitet worden, welches seitdem nicht gepflügt worden war. Im Anfang October 1837 wurden einige viereckige Löcher in das Feld gegraben. Die Durchschnitte zeigten eine von den verfilzten Wurzeln der Gräser gebildete $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schicht Rasen, unterhalb welcher in einer Tiefe von $2\frac{1}{2}$ Zoll (oder 3 Zoll unter der Oberfläche) eine Lage jenes Kalkes in Pulver oder in kleinen Stückchen an den senk-

rechten Seiten der Höhlen ganz rings herum laufend deutlich unterschieden werden konnte. Der Boden unterhalb der Kalkschicht war entweder kiesig oder von einer grobsandigen Beschaffenheit und wich beträchtlich im Ansehen von der darüber liegenden feinen dunkel gefärbten Ackererde ab. Kohlenschlacken waren über einen Theil dieses nämlichen Feldes entweder 1833 oder 1834 ausgebreitet worden, und als die oben erwähnten Höhlen gegraben wurden — das ist also nach einem Zwischenraum von drei oder vier Jahren — bildeten die Schlacken eine Linie schwarzer Flecke rings um die Höhlen in einer Tiefe von 1 Zoll unter der Oberfläche, parallel mit und über der weissen Kalkschicht. Über einem anderen Theil dieses Feldes waren nur ungefähr vor einem halben Jahre Schlacken ausgestreut worden und diese lagen entweder noch immer auf der Oberfläche oder waren zwischen den verwickelten Wurzeln der Gräser eingeschlossen; und hier sah ich den Anfang des Eingrabungsprocesses; denn Wurm-excremente waren auf mehreren der kleinen Bruchstücke angehäuft worden. Nach einem Zwischenraum von $4\frac{3}{4}$ Jahren wurde dieses Feld von Neuem untersucht, und nun ergab sich, dasz die zwei Schichten von Kalk und Schlacken beinahe überall in einer um nahezu einen Zoll, wir wollen sagen um $\frac{3}{4}$ Zoll grösseren Tiefe lagen als vorher. Es war daher Humus in einer mittleren Dicke von 0,22 Zoll jährlich von den Würmern heraufgeschafft und auf der Oberfläche dieses Feldes ausgebreitet worden.

Auf einem anderen Felde waren zu einer Zeit, welche nicht positiv ermittelt werden konnte, Kohlenschlacken so dick ausgestreut worden, dasz sie (October 1837) in einer Tiefe von ungefähr 3 Zoll von der Oberfläche eine 1 Zoll dicke Schicht bildeten. Die Schicht war so continuirlich, dasz die darüber liegende dunkle vegetabilische Ackererde mit dem Untergrunde von rothem Thon nur durch die Wurzeln der Gräser zusammenhieng; und wenn diese zerrissen wurden, fielen der Humus und der rothe Thon auseinander. Auf einem dritten Felde, auf welchem Kohlenschlacken und gebrannter Mergel mehrere Male zu nicht bekannten Daten ausgestreut worden waren, wurden 1842 Löcher gegraben; und hier konnte in einer Tiefe von $3\frac{1}{2}$ Zoll eine Schicht Schlacken verfolgt werden, unter welcher in einer Tiefe von $9\frac{1}{2}$ Zoll von der Oberfläche sich eine Linie von Schlacken zusammen mit gebranntem Mergel fand. An den Seiten eines Loches fanden sich zwei Schlackenschichten zu 2 und $3\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche; und

unter ihnen fanden sich in einer Tiefe von $9\frac{1}{2}$ Zoll an einzelnen Stellen und an anderen Stellen von $10\frac{1}{2}$ Zoll Bruchstücke gebrannten Mergels. Auf einem vierten Felde konnten zwei Schichten von Kalk eine über der anderen und unter ihnen eine Schicht von Schlacken und gebranntem Mergel in einer Tiefe von 10 bis 12 Zoll unter der Oberfläche deutlich unterschieden werden.

Ein Stück wüsten sumpfigen Landes wurde eingefriedigt, drainirt, gepflügt, geeggt und im Jahre 1822 dick mit gebranntem Mergel und

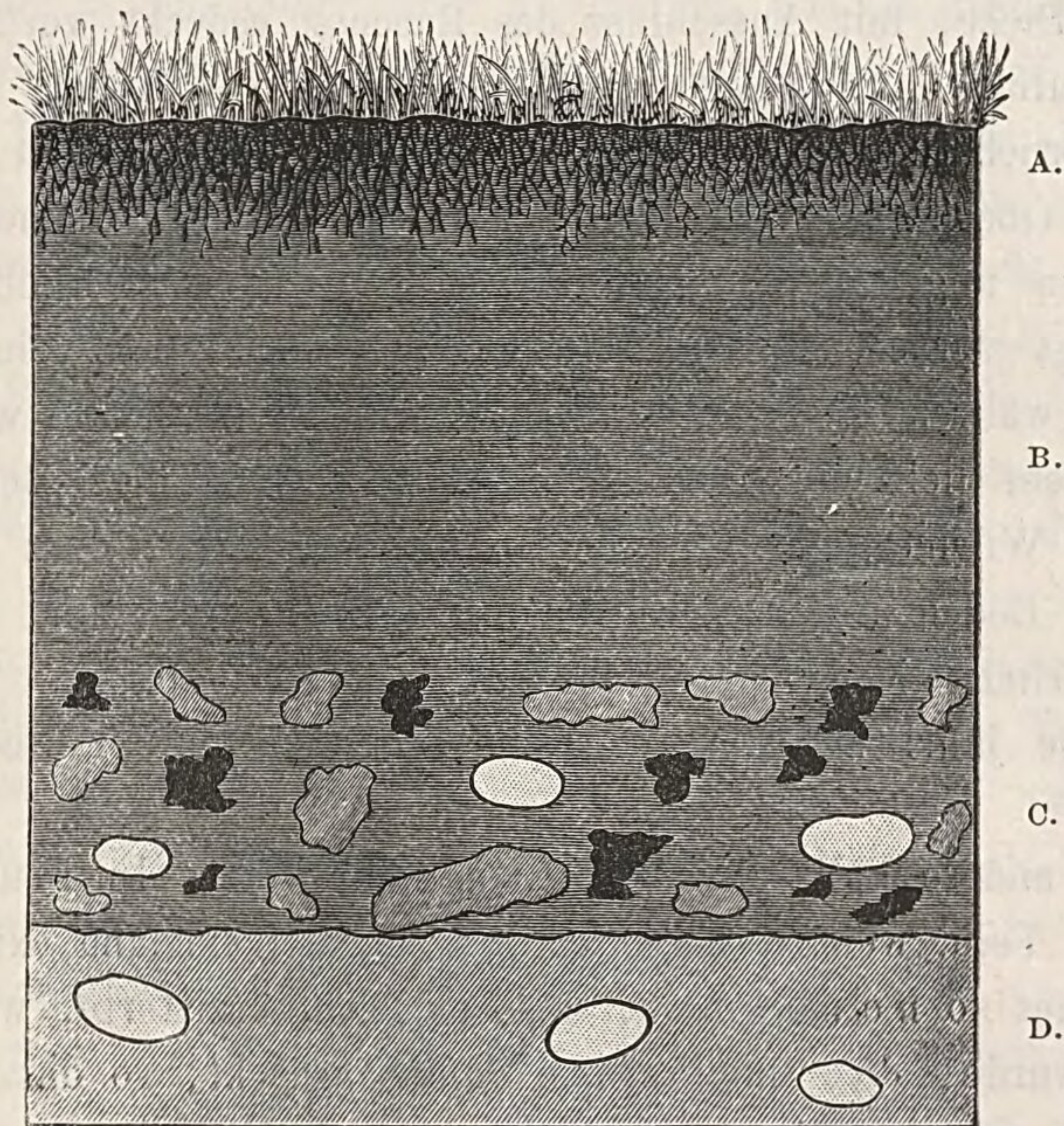


Fig. 5. Durchschnitt durch die Ackererde auf einem vor fünfzehn Jahren drainirten und urbar gemachten Felde, auf die Hälfte der natürlichen Grösze reducirt. A. Rasen; B. vegetabilische Ackererde ohne irgend welche Steine; C. Ackererde mit Bruchstücken von gebranntem Mergel, Kohlenschlacken und Quarzrollsteinen; D. aus schwarzem, torfigem Sande mit Quarzrollsteinen bestehender Untergrund.

Schlacken bedeckt. Es wurde mit Grassamen besät und trägt gegenwärtig eine erträglich gute, aber grobe Weide. Im Jahre 1837 oder 15 Jahre nach seiner Urbarmachung wurden Löcher in diesem Feld gegraben, und wir sehen in der beistehenden Zeichnung (Fig. 5), welche auf die Hälfte der natürlichen Grösze verkleinert ist, dasz der Rasen $\frac{1}{2}$ Zoll dick war, unter welchem sich eine $2\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schicht vegetabilischer Ackererde fand. Diese Schicht enthielt keine Fragmente irgend welcher Art; aber unterhalb derselben fand sich eine Humus-

schicht von $1\frac{1}{2}$ Zoll Mächtigkeit, voll von Bruchstücken gebrannten Mergels, die durch ihre rothe Farbe in die Augen fielen und von denen eines nahe auf dem Grunde 1 Zoll lang war, und anderen Fragmenten von Kohlschlacken zusammen mit einigen wenigen weissen Quarzkieseln. Unterhalb dieser Schicht und in einer Tiefe von $4\frac{1}{2}$ Zoll von der Oberfläche traf man auf den ursprünglichen schwarzen torfigen sandigen Boden mit einigen wenigen Quarzsteinen. Hier waren also die Bruchstücke von gebranntem Mergel und die Kohlschlacken im Verlaufe von 15 Jahren von einer Schicht feiner Humuserde von nur $2\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, mit Ausschluss des Rasens, bedeckt worden. Sechs und ein halbes Jahr später wurde dieses Feld von Neuem untersucht, und die Bruchstücke fanden sich nun in einer Tiefe von 4 bis 5 Zoll unter der Oberfläche. Es waren daher in diesem Zwischenraum von $6\frac{1}{2}$ Jahren ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll Ackererde der oberflächlichen Schicht hinzugefügt worden. Es überrascht mich, dass nicht eine grössere Quantität während der ganzen $21\frac{1}{2}$ Jahre heraufgeschafft worden war, denn in dem dicht darunter liegenden schwarzen torfigen Boden fanden sich viele Würmer. Es ist indessen wahrscheinlich, dass früher, so lange der Boden arm blieb, Würmer selten waren, und dann wird sich natürlich die Ackererde langsam angehäuft haben. Die durchschnittliche jährliche Dickenzunahme für die ganze Periode beträgt 0,19 Zoll.

Zwei andere Fälle sind der Mittheilung werth. Im Frühjahr 1835 wurde ein Feld, welches lange als ärmliches Weideland existirt hatte und welches so morastig war, dass es leicht erzitterte, wenn darauf getreten wurde, dick mit rothem Sande bedeckt, so dass die ganze Oberfläche zuerst hellroth erschien. Als nach Verlauf von ungefähr $2\frac{1}{2}$ Jahren Löcher auf diesem Felde gegraben wurden, bildete der Sand eine Lage in einer Tiefe von $\frac{3}{4}$ Zoll unter der Oberfläche. Im Jahre 1842 (d. i. 7 Jahre nachdem der Sand darauf gebracht worden war) wurden frische Löcher gegraben und nun bildete der rothe Sand eine deutliche Schicht 2 Zoll unter der Oberfläche oder $1\frac{1}{2}$ Zoll unter dem Rasen; so dass im Mittel 0,21 Zoll Ackererde jährlich auf die Oberfläche geschafft worden war. Unmittelbar unter der Schicht rothen Sandes dehnte sich die ursprüngliche Unterlage schwarzen sandigen Torfes aus.

Ein mit Gras bewachsenes Stück Feld, gleichfalls nicht weit von Maer Hall war früher dicht mit Mergel bedeckt worden und war dann

für mehrere Jahre als Weide liegen geblieben. Ein Freund von mir liesz 28 Jahre nachdem der Mergel darauf gebracht worden war¹, drei Gräben in diesem Felde graben und es konnte eine Schicht von den Mergelbruchstücken in einer Tiefe von, sorgfältig gemessen, 12 Zoll an einigen Stellen und von 14 Zoll an anderen Stellen verfolgt werden. Diese Verschiedenheit in der Tiefe hängt davon ab, dasz die Schicht horizontal war, während die Oberfläche deshalb, weil das Feld gepflügt worden war, aus Erhöhungen und Vertiefungen bestand. Der Pächter versicherte mir, dasz es niemals bis zu einer grösseren Tiefe als von 6 bis 8 Zoll umgestürzt worden sei, und da die Bruchstücke eine ununterbrochene horizontale Schicht von 12 bis 14 Zoll unter der Oberfläche bildeten, so müssen dieselben von den Würmern eingegraben worden sein, während das Feld noch Weideland war, ehe es gepflügt wurde; denn andernfalls würden sie ohne Auswahl durch den Pflug durch die ganze Dicke des Bodens verstreut worden sein. Vier und ein halbes Jahr später liesz ich drei Löcher auf diesem Felde, in welchem vor Kurzem Kartoffeln gepflanzt worden waren, graben und die Schicht von Mergelbruchstücken wurde nun 13 Zoll unter dem Boden der Furchen und daher wahrscheinlich 15 Zoll unter dem allgemeinen Niveau des Feldes gefunden. Es ist indessen zu beachten, dasz die Dicke des schwärzlichen sandigen Bodens, welcher von den Würmern im Verlauf von 33 $\frac{1}{2}$ Jahren über die Mergelfragmente heraufgeschafft worden war, weniger als 15 Zoll gemessen haben würde, wenn das Feld immer als Weide liegen geblieben wäre; denn in diesem Falle würde der Boden viel mehr compact gewesen sein. Die Mergelbruchstücke lagen beinahe direct auf einer nicht gestörten Unterlage von weissem Sand mit Quarzrollsteinen; und da dieser für Würmer wenig anziehend sein dürfte, würde der Humus später sehr langsam zugenommen haben.

Wir wollen nun einige Fälle von der Thätigkeit der Würmer in einem Boden anführen, welcher von den trockenen sandigen oder den

¹ Dieser Fall ist in einem Zusatz zu meinem Aufsatz in den Transactions of the Geolog. Society, London, Vol. 5, p. 505 (Übersetzung: Kleinere geolog. Abhandlungen [Gesamm. Werke, 12. Bd., 2. Abth.] 1878. p. 98) mitgetheilt worden, welcher einen bedenklichen Irrthum enthält, da dort die Zahl 30 für „80“ gelesen worden ist. Ausserdem sagte mir auch der Pächter früher schon, dasz er das Feld vor dreissig Jahren gemergelt habe, war nun aber ganz bestimmt in seiner Angabe, dasz dies im Jahre 1809, also achtundzwanzig Jahre vor der ersten Untersuchung des Feldes durch einen Freund, geschehen sei. Der Irrthum wurde, was die Zahl 80 betraf, in einem Artikel in Gardeners' Chronicle, 1844, p. 218, von mir berichtigt.

eben beschriebenen morastigen Weiden sehr verschieden war. Die Kreideformation erstreckt sich rings um mein Haus in Kent herum und ihre Oberfläche ist, weil sie während einer ungeheuren Zeit der auflösenden Wirkung des Regenwassers ausgesetzt gewesen ist, äusserst unregelmässig, indem sie von vielen tiefen brunnenartigen Höhlen besetzt und durchbrochen ist². Während der Auflösung der Kreide wurde

² Diese Gruben oder Röhren sind noch immer in der Bildung begriffen. Während der letzten vierzig Jahre habe ich fünf Fälle gesehen oder von solchen gehört, in denen eine kreisförmige mehrere Fusz im Durchmesser grosse Stelle plötzlich einsank und auf dem Felde eine offene einige Fusz tiefe Höhle mit senkrechten Seiten zurückliess. Dies ereignete sich auf einem meiner eigenen Felder, während es gewalzt wurde, wobei das Gabelpferd mit dem hinteren Theil hineinfel; zwei oder drei Karren voll Schutt waren nothwendig, das Loch auszufüllen. Das Einsinken kam an einer Stelle vor, wo schon eine breite muldenförmige Senkung bestand, als wenn die Oberfläche zu verschiedenen früheren Perioden eingesunken wäre. Ich habe von einem Loch gehört, welches auf dem Grunde eines kleinen seichten Teiches plötzlich entstanden sein musz, wo viele Jahre hindurch Schafe gewaschen worden sind, und in welches ein damit beschäftigter Mann zu seinem groszen Entsetzen fiel. Das Regenwasser sinkt über diesen ganzen District hin senkrecht in den Boden ein, aber die Kreide ist an gewissen Stellen poröser als an anderen. So wird der Entwässerungszug von dem darüberliegenden Thon nach gewissen Punkten hingelenkt, wo eine gröszere Menge kalkiger Substanz aufgelöst wird als anderswo. Selbst schmale offene Canäle werden zuweilen in der soliden Kreide gebildet. Da die Kreide in der ganzen Gegend langsam aufgelöst wird, aber in einigen Theilen mehr als an anderen, so sinkt der unaufgelöste Rückstand, — das ist die darüber liegende Masse rothen Thons mit Feuersteinen — gleichfalls langsam ein und versucht die Röhren oder Höhlungen auszufüllen. Aber der obere Theil des rothen Thons hält, wahrscheinlich durch die Pflanzenwurzeln unterstützt, eine längere Zeit zusammen als der untere Theil und bildet in dieser Weise ein Dach, welches früher oder später einstürzt, wie in den oben erwähnten fünf Fällen. Die Abwärtsbewegung des Thons kann mit der eines Gletschers verglichen werden, ist aber unvergleichlich langsamer; diese Bewegung erklärt auch eine eigenthümliche Thatsache, nämlich, dasz die sehr lang gestreckten Feuersteine, welche in der Kreide in einer nahezu horizontalen Stellung eingeschlossen sind, in dem rothen Thone gewöhnlich nahezu oder vollkommen aufrecht stehend gefunden werden. Diese Thatsache ist so allgemein, dasz die Arbeiter mich versicherten, dasz dies ihre natürliche Stellung sei. Ich masz in oberflächlicher Weise einen, welcher senkrecht stand, und derselbe hatte dieselbe Länge und dieselbe relative Dicke wie einer meiner Arme. Diese länglichen Feuersteine müssen in ihre aufrechte Stellung nach demselben Princip gebracht worden sein, nach welchem ein auf einem Gletscher liegender Baumstamm eine mit der Richtung der Bewegung parallele Lage annimmt. Die Feuersteine in dem Thon, welche beinahe die Hälfte seiner Masse ausmachen, sind sehr häufig zerbrochen, aber nicht abgerollt oder abgerieben; und dies dürfte durch ihren gegenseitigen Druck zu erklären sein, während die ganze Masse im Sinken begriffen ist. Ich will noch hinzufügen, dasz es scheint, als sei die Kreide hier ursprünglich stellenweise von einer dünnen

die unlösliche Substanz, welche eine ungeheure Anzahl nicht glatt gerollter Feuersteinknollen von allen Grössen einschlieszt, auf der Oberfläche zurückgelassen und bildet nun eine Schicht von steifem, rothem Thon voller Feuersteine und meistens von 6 bis 14 Fusz Mächtigkeit. Überall, wo das Land lange als Weide benutzt worden ist, findet sich oberhalb des rothen Thons eine Schicht von einigen wenigen Zollen Mächtigkeit von dunkelgefärbter vegetabilischer Ackererde.

Eine Quantität zerstückelter Kreide wurde am 20. December 1842 über einen Theil eines Feldes, welches sicher 30, wahrscheinlich zwei oder drei Mal so viele Jahre als Weide gedient hatte, und welches in der Nähe meines Hauses lag, ausgebreitet. Die Kreide wurde zu dem Zwecke auf das Feld gebracht, um in einer späteren Periode zu beobachten, bis zu welcher Tiefe sie eingegraben sein würde. Ende November 1871, das ist also nach einem Verlauf von 29 Jahren, wurde über diesen Theil des Feldes ein Graben gezogen, und eine Linie kleiner weisser Knollen konnte auf beiden Seiten des Grabens in einer Tiefe von 7 Zoll von der Oberfläche verfolgt werden. Die Ackererde war daher (mit Ausschluss des Rasens) mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,22 Zoll im Jahre aufgeworfen worden. Unterhalb der Linie von Kalkknollen war stellenweise kaum irgend welche von Feuersteinen freie feine Erde vorhanden, während sich an anderen Stellen eine Schicht von $2\frac{1}{4}$ Zoll Mächtigkeit fand. In diesem letzteren Falle war die Ackererde im Ganzen $9\frac{1}{4}$ Zoll dick; und an einer solchen Stelle wurde ein kleiner Kalkknollen und ein glatter Feuerstein, welche beide in einer früheren Zeit auf der Oberfläche gelegen haben müssen, in dieser Tiefe gefunden. In einer Entfernung von 11 bis 12 Zoll unter der Oberfläche breitete sich der ungestörte, an Feuersteinen reiche röthliche Thon aus. Das Aussehen der erwähnten kleinen Knollen von Kreide überraschte mich Anfangs sehr, da sie vom Wasser glatt geriebenen Rollsteinen sehr ähnlich waren, während die frisch zerkleinerten Bruchstücke winkelig gewesen waren. Als aber diese Knollen mit einer Loupe untersucht wurden, erschienen sie nicht länger mehr wie vom Wasser abgerieben, denn ihre Oberfläche war in Folge ungleichmässiger Corrosion grubig, und sehr kleine scharfe, aus zerbrochenen fossilen

Schicht feinen Sandes mit einigen vollkommen abgerundeten Feuersteinen, wahrscheinlich tertiären Alters bedeckt gewesen; denn derartiger Sand erfüllt häufig zum Theil die tieferen Gruben oder Höhlen in der Kreide.

Muscheln gebildete Spitzen sprangen aus ihnen hervor. Es war ganz offenbar, dass die Kanten der ursprünglichen Kreidebruchstücke gänzlich aufgelöst waren, da sie der im Regenwasser aufgelösten und in dem vegetabilische Substanz enthaltenden Boden erzeugten Kohlensäure ebenso wie den Humussäuren eine grosse Oberfläche darboten³. Auch werden die vorspringenden Kanten im Verhältnis zu den anderen Theilen von einer grösseren Anzahl lebender Würzelchen umfasst worden sein, und diese haben, wie SACHS gezeigt hat, das Vermögen, selbst Marmor anzugreifen. Es sind hiernach im Verlauf von 29 Jahren vergrabene winklige Kreidestücke in gut abgerundete Knollen verwandelt worden.

Ein anderer Theil dieses nämlichen Feldes war moosig, und da man der Ansicht war, dass gesiebte Kohlschlacken das Feld als Weideland verbessern würden, so wurde eine dicke Schicht hiervon entweder 1842 oder 1843 über diesen Theil ausgebreitet und eine andere Schicht einige Jahre später. Im Jahre 1871 wurde hier ein Graben gezogen, und viele Schlacken lagen in einer Linie in einer Tiefe von 7 Zoll unter der Oberfläche, während eine andere Linie in einer Tiefe von $5\frac{1}{2}$ Zoll unter dieser und parallel mit ihr lag. In einem anderen Theil dieses Feldes, welches früher als besonderes Feld bestanden hatte und von welchem angenommen wird, dass es länger als ein Jahrhundert Weideland gewesen ist, wurden Gräben gezogen, um zu sehen, wie dick die Humusschicht sei. Durch Zufall wurde der erste Graben an einer Stelle gemacht, wo zu einer früheren Periode, sicher vor mehr als vierzig Jahren, ein grosses Loch mit grobem rothen Thon, Feuersteinen, Kreidestücken und Kies ausgefüllt worden war; und hier war die feine vegetabilische Ackererde nur von $4\frac{1}{8}$ bis $4\frac{3}{8}$ Zoll dick. An einer anderen und nicht gestört gewesenen Stelle variirte die Humusschicht bedeutend in ihrer Mächtigkeit, nämlich von $6\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Zoll; unterhalb derselben wurden an einer Stelle einige wenige kleine Fragmente von Ziegelsteinen gefunden. Nach diesen verschiedenen Thatsachen möchte es scheinen, als sei während der letzten 29 Jahre die Ackererde an der Oberfläche mit einer durchschnittlichen jährlichen Geschwindigkeit von 0,2 bis 0,22 Zoll angehäuft worden. Wenn aber in diesem District ein gepflügtes Feld zuerst dem Graswuchs überlassen wird, häuft sich der Humus mit einer viel

³ S. W. Johnson, How Crops Feed. 1870. p. 139.

geringeren Geschwindigkeit an. Die Geschwindigkeit musz auch sehr viel langsamer werden, nachdem eine mehrere Zoll mächtige Humusschicht gebildet worden ist; denn die Würmer leben dann hauptsächlich in der Nähe der Oberfläche und bohren nur während des Winters, wenn das Wetter sehr kalt ist (zu welcher Zeit Würmer auf diesem Felde in einer Tiefe von 26 Zoll gefunden worden sind,) und während des Sommers, wenn das Wetter sehr trocken ist, bis zu einer grösseren Tiefe hinab.

Ein Feld, welches an das eben beschriebene anstöszt, fällt in einem Theile ziemlich steil ab (nämlich von 10^0 bis 15^0); dieser Theil war zuletzt im Jahre 1841 gepflügt, dann geeggt und dann zu Weideland liegen gelassen worden. Mehrere Jahre lang war es von einer äusserst dürftigen Vegetation bedeckt und war so dick mit kleinen und groszen Feuersteinen (einige von ihnen halb so grosz wie ein Kinderkopf) überstreut, dasz das Feld von meinen Söhnen immer das „Steinfeld“ genannt wurde. Wenn sie den Abhang hinab liefen, klapperten die Steine aneinander. Ich erinnere mich, gezweifelt zu haben, ob ich diese grösseren Feuersteine mit Humus und Rasen bedeckt sehen würde. Aber die kleineren Steine verschwanden, ehe viele Jahre vergangen waren, wie es auch nach einiger Zeit jeder einzelne von den grösseren that, so dasz nach dreissig Jahren (1871) ein Pferd über den compacten Rasen von einem Ende des Feldes bis zum anderen galoppiren konnte, ohne mit seinen Hufeisen an einen einzigen Stein zu stossen. Für einen Jeden, welcher sich des Aussehens des Feldes im Jahre 1842 erinnerte, war die Umwandlung wunderbar. Dieselbe war sicherlich das Werk der Würmer. Denn obgleich Excrementrollen mehrere Jahre lang nicht häufig waren, so wurden doch Monat auf Monat einige aufgeworfen, und diese nahmen allmählich in ihrer Zahl zu in dem Masze, als sich die Weide verbesserte. Im Jahre 1871 wurde auf dem oben erwähnten Abhang ein Graben gezogen und die Grashalme wurden dicht an den Wurzeln abgeschnitten, so dasz die Dicke des Rasens und der vegetabilischen Ackererde genau gemessen werden konnte. Der Rasen war etwas weniger als einen halben Zoll und die Ackererde, welche durchaus keine Steine enthielt, $2\frac{1}{2}$ Zoll dick. Unter dieser lag grobe thonige Erde voll von Feuersteinen, gleich der in allen den benachbarten gepflügten Feldern. Diese grobe Erde fiel leicht von der darüber liegenden Ackererde ab, wenn ein Spatenstich aufgehoben wurde. Die mittlere Geschwindigkeit der Anhäufung der

Ackererde während der ganzen dreiszig Jahre war nur 0,083 Zoll im Jahre (das ist nahezu ein Zoll in zwölf Jahren); die Geschwindigkeit musz aber Anfangs viel langsamer und später beträchtlich schneller gewesen sein.

Die Umwandlung in dem Aussehen dieses Feldes, welche unter meinen Augen hervorgebracht worden war, wurde später für mich noch auffallender gemacht, als ich in Knole Park einen dichten Wald von hohen Buchen untersuchte, unter denen nichts wuchs. Hier war der Boden dicht mit groszen nackten Steinen überstreut, und Wurmexcremente fehlten beinahe gänzlich. Undeutliche Linien und Unregelmässigkeiten an der Oberfläche wiesen darauf hin, dasz das Land vor einigen Jahrhunderten cultivirt worden war. Wahrscheinlich wuchs ein dichtes Gehölz von jungen Buchenstämmen so schnell in die Höhe, dasz die Würmer keine Zeit hatten, die Steine mit ihren Excrementen zu bedecken, ehe der Ort für ihre Existenz nicht geeignet wurde. Wie dem auch sein mag, der Contrast zwischen dem Zustand des nun unrichtig sogenannten „Steinfeldes“, welches mit Würmern gut besetzt war, und dem gegenwärtigen Zustand des Bodens unterhalb der alten Buchenstämmen in Knole Park, wo Würmer ganz zu fehlen schienen, war ganz auffallend.

Ein schmaler Pfad, der quer über einen Theil meines Rasenplatzes läuft, wurde im Jahre 1843 mit kleinen auf den Rand gestellten Thonschiefersteinen gepflastert; aber die Würmer warfen zwischen ihnen viele Excremente in die Höhe; auch wuchs Unkraut zwischen ihnen. Während mehrerer Jahre wurde der Weg gejätet und gekehrt; aber schliesslich erhielten das Unkraut und die Würmer die Oberhand, und der Gärtner hörte zu kehren auf und mähte nur das Unkraut ab, so oft der Rasenplatz gemäht wurde. Der Weg wurde bald beinahe ganz zugedeckt, und nach mehreren Jahren war keine Spur von ihm mehr übrig. Als man im Jahre 1877 die dünne oben aufliegende Rasenschicht entfernte, fand man die kleinen Thonschiefersteine sämmtlich an ihren gehörigen Stellen mit einer einen Zoll dicken Schicht von Ackererde bedeckt.

Es mögen hier noch zwei vor kurzem veröffentlichte Beschreibungen erwähnt werden, wo auf die Oberfläche von Weideland gestreute Substanzen durch die Thätigkeit der Würmer eingegraben wurden. Mr. H. C. KEY liesz in einem Felde, über welches wie angenommen wurde, vor achtzehn Jahren Kohlenasche ausgestreut worden

war, einen Graben ziehen, und an den rein abgeschnittenen senkrechten Seiten des Grabens war in einer Tiefe von sieben Zoll in einer Länge von 60 Yards „eine deutliche sehr gerade schmale Linie von Kohlenasche mit kleinen Kohlenstückchen untermischt, vollkommen parallel mit dem oben aufliegenden Rasen“ zu sehen⁴. Dieser Parallelismus und die Länge des Durchschnittees verleihen dem Falle besonderes Interesse. Zweitens gibt Mr. DANCER an⁵, dasz zerkleinerte Knochen dicht über ein Feld gestreut worden waren; und „einige Jahre später“ fanden sich diese „mehrere Zoll unter der Oberfläche in einer gleichförmigen Tiefe“. Würmer scheinen in derselben Weise wie in Europa auch in Neu-Seeland thätig zu sein; denn Professor F. VON HAAST hat einen Durchschnitt in der Nähe der Küste beschrieben⁶, aus Glimmerschiefer bestehend „welcher von 5 oder 6 Fusz Löss bedeckt war, „über welchem ungefähr 12 Zoll vegetabilische Erde sich angehäuft „hatte“. Zwischen dem Löss und dem Humus fand sich eine Schicht von 3 bis 6 Zoll Mächtigkeit, welche aus „Steinwerkzeugen, Spitzen „und Spähnen bestand, die sämmtlich aus hartem basaltischem Gestein „gearbeitet waren.“ Es ist daher wahrscheinlich, dasz die Eingeborenen in irgend einer früheren Zeit diese Gegenstände auf der Oberfläche liegen gelassen hatten und dasz dieselben dann langsam von den Wurmexcrementen bedeckt worden waren.

Die Farmer in England kennen die Thatsache sehr gut, dasz auf der Oberfläche von Weideland liegen gelassene Gegenstände nach einiger Zeit verschwinden, oder, wie sie sagen, sich hinabarbeiten. Wie gepulverter Kalk, Schlacken und schwere Steine sich und zwar mit derselben Geschwindigkeit durch die verfilzten Wurzeln einer mit Gras bedeckten Fläche hinabarbeiten können, ist eine Frage, welche ihnen wahrscheinlich niemals aufgestoszen ist⁷.

⁴ Nature, Vol. 17. Nov. 1877. p. 28.

⁵ Proc. Philos. Soc. Manchester, 1877. p. 247.

⁶ Trans. New Zealand Institute, Vol. 12. 1880. p. 152.

⁷ Mr. Lindsay Carnagie bemerkt in einem Briefe (Juni 1838) an Sir Charles Lyell, dasz schottische Farmer sich fürchten, Kalk eher auf gepflügtes Land zu bringen, als unmittelbar bevor es als Weideland liegen gelassen wird, und zwar aus dem Glauben, dasz er die Neigung hat einzusinken. Er fügt hinzu: „vor einigen Jahren brachte ich im Herbst Kalk auf Haferstoppeln und pflügte ihn ein, wodurch ich ihn in unmittelbare Berührung mit der abgestorbenen Pflanzensubstanz brachte und seine vollkommene Mischung durch die Hilfsmittel der späteren Operationen des Brachliegens sicherte. In Folge des oben erwähnten Vorurtheils nahm man an, dasz ich einen groszen Fehler begangen habe; das

Das Einsinken groszer Steine durch die Thätigkeit der Würmer. — Wenn ein Stein von bedeutender Grösze und unregelmässiger Gestalt auf der Oberfläche des Bodens liegen gelassen wird, so ruht er natürlich auf den vorspringenderen Theilen. Würmer füllen aber mit ihren Excrementen bald alle hohlen Räume auf der unteren Seite aus; denn wie HENSEN bemerkt, lieben sie den Schutz von Steinen. Sobald die Höhlungen ausgefüllt sind, werfen die Würmer die Erde, welche sie verschluckt haben, jenseits des Umfanges der Steine aus, und hierdurch wird die Oberfläche rings um die Steine herum etwas erhöht. Da die direct unterhalb des Steines ausgehöhlten Wurmrohren nach einiger Zeit zusammenfallen, so sinkt der Stein ein wenig⁸. Daher kommt es, dasz Blöcke, welche zu irgend einer vergangenen Zeit von einem felsigen Berge oder einer Klippe auf eine Wiese an ihrer Basis heruntergestürzt sind, immer etwas in den Boden eingedrungen sind und dasz, wenn sie entfernt werden, sie in der darunter liegenden feinen Ackererde einen genauen Abdruck ihrer unteren Fläche zurücklassen. Wenn indessen ein Block von so riesigen Dimensionen ist, dasz die Erde unter ihm trocken bleibt, so wird eine solche Erde nicht von Würmern bewohnt werden und der Block wird nicht in den Boden einsinken.

In einem Grasfelde in der Nähe von Leith Hill Place in Surrey stand früher ein Kalkofen, welcher 35 Jahre vor meinem Besuch niedrigerissen worden war; der ganze lose Schutt war mit Karren weggeschafft worden, ausgenommen drei grosze Steine eines quarzigen Sandsteines, von denen man gemeint hatte, dasz sie vielleicht noch von irgend welchem Nutzen sein könnten. Ein alter Arbeiter erinnerte sich, dasz sie auf einer kahlen Fläche mit zerbrochenen Ziegelsteinen und Mörtel dicht am Grunde des Kalkofens liegen gelassen worden waren; die ganze umgebende Fläche ist aber nun mit Rasen und Ackererde bedeckt. Die zwei grössten von diesen Steinen sind seitdem niemals bewegt worden; auch hätte dies nicht mit Leichtigkeit geschehen

„Resultat war aber auszerordentlich erfolgreich und die Handlungsweise wurde „zum Theil weiter befolgt. Mittelst der Beobachtungen Mr. Darwin's wird „denke ich das Vorurtheil beseitigt werden.“

⁸ Diese Folgerung, welche, wie wir sofort sehen werden, vollständig berechtigt ist, hat nach einer Seite hin eine gewisse Bedeutung, da die sogenannten Marksteine, welche die Landvermesser als Marken für ihr Niveau im Boden befestigen, mit der Zeit falsche Angaben darstellen dürften. Mein Sohn Horace beabsichtigt später einmal zu ermitteln, in wie weit dies wirklich eingetreten ist.

können, da dies, als ich sie nun entfernen liesz, die Arbeit zweier Männer mit Hebeln war. Einer dieser Steine und nicht der grösste war 64 Zoll lang, 17 Zoll breit und zwischen 9 bis 10 Zoll dick. Seine untere Fläche sprang in der Mitte etwas vor, und dieser Theil ruhte noch immer auf zerbrochenen Ziegeln und Mörtel, hierdurch die Richtigkeit der Angabe des alten Mannes bestätigend. Unter dem Ziegelschutt fand sich der natürliche Sandboden voll von Sandsteinbruchstücken; wenn derselbe überhaupt dem Gewichte des Steines hätte nachgeben können, wie es der Fall gewesen, wenn der Untergrund Thon gewesen wäre, so wäre dies nur wenig gewesen. Die Oberfläche des Feldes erhob sich bis zu einer Entfernung von ungefähr 9 Zoll rings um den Stein allmählich an ihm in die Höhe und stand dicht am Steine an den meisten Stellen ungefähr 4 Zoll über dem um-

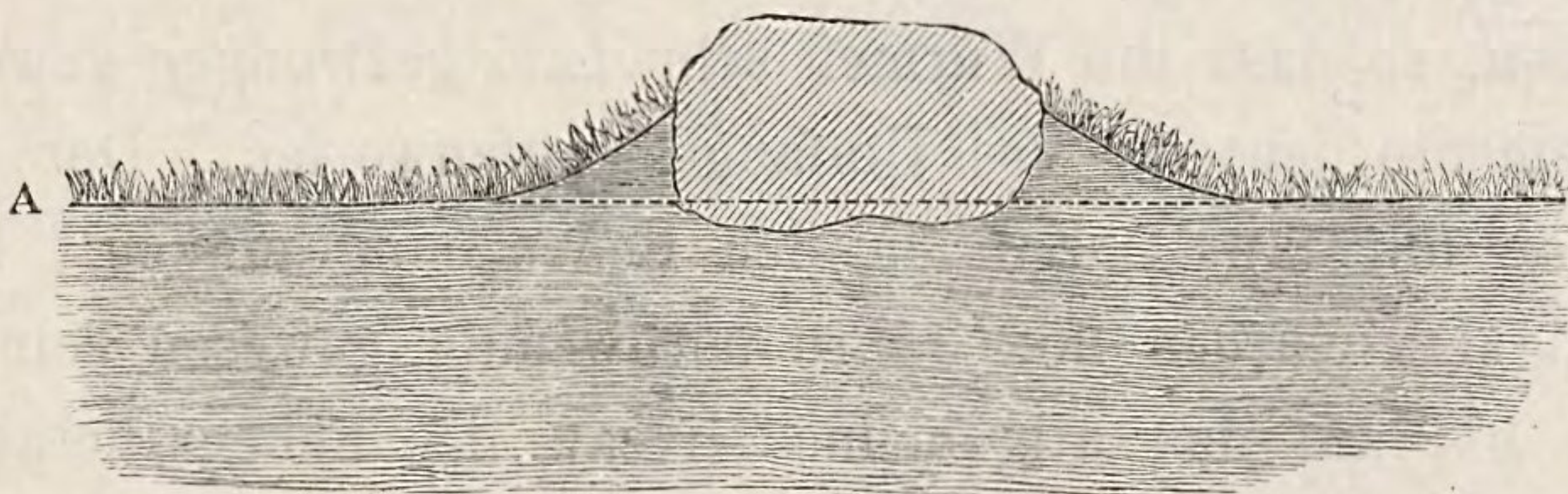


Fig. 6. Querschnitt durch einen groszen Stein, welcher 35 Jahre lang auf einem Grasfeld gelegen hatte. A, A, allgemeines Niveau des Feldes. Der darunter liegende Ziegelschutt ist nicht dargestellt worden. Maszstab: $\frac{1}{2}$ Zoll auf einen Fusz.

gebenden Boden. Die Basis des Steines war von 1 bis 2 Zoll unter das allgemeine Niveau eingegraben und die obere Fläche sprang ungefähr 8 Zoll über das Niveau oder ungefähr 4 Zoll über den erhobenen Rasenrand empor. Nach der Entfernung des Steines zeigte es sich offenbar, dasz eines seiner zugespitzten Enden anfangs einige Zoll hoch frei über dem Boden gestanden haben musz, seine obere Fläche fand sich aber nun in einem Niveau mit dem umgebenden Rasen. Als der Stein entfernt war, blieb ein genauer Abdruck der unteren Seite zurück, welcher eine seichte beckenförmige Höhle bildete, deren innere Fläche aus feiner schwarzer Humuserde bestand, ausgenommen wo die vorspringenderen Theile auf dem Ziegelschutt ruhten. Ein Querschnitt dieses Steines zusammen mit seinem Bett nach Messungen gezeichnet, welche nach seiner Entfernung vorgenommen worden waren, wird hier in einem Maszstab von $\frac{1}{2}$ Zoll auf einen Fusz mitgetheilt (Fig. 6). Der mit Rasen bedeckte Rand, welcher sich an den Seiten des Steines hinauf erhob, bestand aus feiner vegetabilischer Ackererde, und zwar an einer

Stelle von 7 Zoll Mächtigkeit. Dieselbe bestand offenbar aus Wurm-excrementen, von denen mehrere vor Kurzem ausgeworfen worden waren. Der ganze Stein war in den fünfunddreissig Jahren, so weit ich es beurtheilen konnte, ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll eingesunken und dies musz eine Folge davon gewesen sein, dasz der Ziegelschutt unterhalb der vorspringenderen Theile von den Würmern unterminirt worden war. Bei dieser Geschwindigkeit würde die obere Fläche des Steines, wenn man sie ungestört gelassen hätte, in 247 Jahren bis auf das allgemeine Niveau des Feldes eingesunken sein; ehe dies eingetreten sein könnte, würde aber von den Excrementhaufen auf dem erhabenen Rasenrande etwas Erde über die obere Fläche des Steines hinabgewaschen worden sein.

Der zweite Stein war gröszer als der eben beschriebene, nämlich 67 Zoll lang, 39 Zoll breit und 15 Zoll dick. Die untere Fläche war beinahe eben, so dasz die Würmer sehr bald gezwungen gewesen sind, ihre Excremente jenseits des Umfanges aufzuwerfen. Der Stein als Ganzes war ungefähr 2 Zoll in den Boden eingesunken. Bei dieser Geschwindigkeit würden 262 Jahre nothwendig gewesen sein, bis die Oberfläche bis auf das allgemeine Niveau des Feldes herabgesunken wäre. Der sich langsam erhebende mit Rasen gedeckte Rand rings um den Stein war breiter als im letzten Falle, nämlich von 14 bis 16 Zoll, und warum dies der Fall war, dafür kann ich die Ursache nicht ermitteln. An den meisten Stellen war dieser Rand nicht so hoch wie in dem letzten Falle, nämlich von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, aber an einer Stelle war er nicht weniger als $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Seine mittlere Höhe dicht am Stein betrug wahrscheinlich ungefähr 3 Zoll und er verlief sich nach auszen vollkommen. Ist dies richtig, so musz eine Schicht feiner Erde von 15 Zoll Breite und von $1\frac{1}{2}$ Zoll mittlerer Dicke und von hinreichender Länge, um die ganze sehr verlängerte Steinplatte zu umgeben, von den Würmern zum hauptsächlichsten Theile von unterhalb dem Steine im Verlaufe von 35 Jahren empor geschafft worden sein. Diese Menge würde reichlich genügen, das Einsinken des Steines ungefähr 2 Zoll in den Boden zu erklären, besonders wenn wir im Sinne behalten, dasz ein guter Theil der feinsten Erde von den auf dem abfallenden Rand ausgeworfenen Excrementhäufchen durch heftige Regengüsse auf das Niveau des Feldes hinabgewaschen wird. Einige frische Excremente waren dicht am Steine zu bemerken. Als ein groszes Loch bis zu einer Tiefe von 18 Zoll gegraben wurde, wo

der Stein gelegen hatte, waren doch nur zwei Würmer und einige wenige Röhren zu sehen, obgleich der Boden feucht war und für Würmer günstig zu sein schien. Unter dem Steine fanden sich einige grosse Ameisencolonien und möglicherweise hatte die Zahl der Würmer seit ihrer Niederlassung abgenommen.

Der dritte Stein war nur ungefähr halb so gross wie die anderen und zwei starke Knaben hätten ihn zusammen fortrollen können. Ich zweifle nicht daran, dass er vor einer ziemlich kurzen Zeit weggerollt worden war, denn er lag nun in einiger Entfernung von den zwei anderen Steinen am Grunde eines kleinen benachbarten Abhanges. Auch lag er auf feiner Erde anstatt noch theilweise auf Ziegelschutt. Mit dieser Annahme stimmte ferner noch überein, dass der erhabene umgebende Rasenrand an einigen Stellen nur 1 Zoll, an anderen 2 Zoll hoch war. Unter diesem Steine waren keine Ameisencolonien, und als ein Loch gegraben wurde, wo er gelegen hatte, fand man mehrere Röhren und Würmer.

In Stonehenge liegen gegenwärtig einige von den äusseren Druidensteinen am Boden, nachdem sie in einer weit zurückliegenden, aber unbekannten Zeit umgestürzt sind, und es sind dieselben bis zu einer mässigen Tiefe in den Boden eingegraben. Sie sind von sich sanft erhebenden Rasenrändern umgeben, auf welchen frische Wurmexcremente zu sehen waren. Dicht an einem dieser umgefallenen Steine, welcher 17 Fusz lang und 6 Fusz breit und $28\frac{1}{2}$ Zoll dick war, wurde ein Loch gegraben und hier war die Humusschicht mindestens $9\frac{1}{2}$ Zoll dick. In dieser Tiefe wurde ein Feuerstein gefunden und ein wenig höher hinauf an einer Seite des Loches ein Glasfragment. Die Basis des Steines lag ungefähr $9\frac{1}{2}$ Zoll unter dem Niveau des umgebenden Bodens und seine obere Fläche 19 Zoll oberhalb derselben.

Dicht an einem zweiten sehr grossen Stein, welcher beim Fallen in zwei Stücke zerbrochen war, wurde gleichfalls ein Loch gegraben; das Zerbrechen muss vor langer Zeit stattgehabt haben, nach dem verwitterten Aussehen der Bruchenden zu urtheilen. Die Basis war bis zu einer Tiefe von 10 Zoll eingegraben, wie dadurch ermittelt wurde, dass ein eiserner Spiesz horizontal in den Boden unterhalb desselben eingetrieben wurde. Die Humusschicht, welche den mit Rasen bedeckten Rand rings um den Stein bildete, auf welchem viele Wurmexcremente vor Kurzem aufgeworfen worden waren, war 10 Zoll mächtig; und das Meiste dieses Humus muss von den Würmern unterhalb des

Steines in die Höhe geschafft worden sein. In einer Entfernung von 8 Yards vom Steine war die Humusschicht nur $5\frac{1}{2}$ Zoll mächtig (bei einer Tiefe von 4 Zoll fand sich ein Stück Tabakspfeife) und dieselbe lag auf zerbrochenen Feuersteinen und Kreide, welche dem Druck oder Gewicht des Steines nicht leicht nachgeben konnten.

Ein gerader Stab wurde horinzontal (mittelst einer Spiritussetzwaage) quer auf einem dritten umgefallenen Stein, welcher 7 Fusz 9 Zoll lang war, befestigt; hierdurch wurde der Umrisz der vorspringenden Theile und des anstosenden Bodens, welcher nicht ganz eben war, ermittelt, wie es in der beistehenden Zeichnung (Fig. 7) in einem Maszstabe von $\frac{1}{2}$ Zoll auf einen Fusz dargestellt ist. Der mit Rasen bedeckte Rand erhob sich auf der einen Seite des Steines bis zu einer Höhe von 4 Zoll und auf der entgegengesetzten Seite nur bis $2\frac{1}{2}$ Zoll

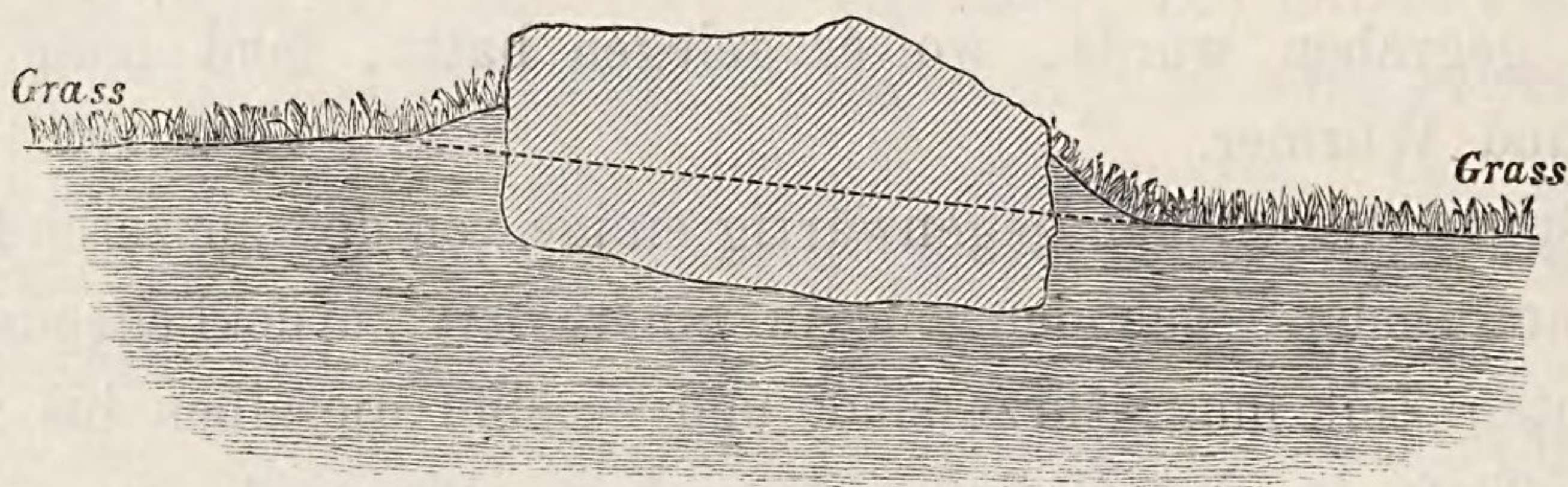


Fig. 7. Querschnitt durch einen der umgestürzten Druidensteine von Stonehenge, um zu zeigen, wie tief er in den Boden eingesunken ist. Maszstab $\frac{1}{2}$ Zoll auf einen Fusz.

über das allgemeine Niveau. Auf der östlichen Seite wurde ein Loch gegraben, und es zeigte sich, dasz die Basis des Steines hier in einer Tiefe von 4 Zoll unter dem allgemeinen Niveau des Bodens und von 8 Zoll unter dem Gipfel des abfallenden mit Rasen bedeckten Randes lag.

Es sind nun hinreichende Belege dafür beigebracht worden, dasz kleine, auf der Oberfläche des Landes, wo Würmer zahlreich sind, liegen gelassene Gegenstände bald eingegraben werden und dasz grosze Steine durch dieselben Mittel langsam abwärts sinken. Es konnte jeder Schritt in diesem Vorgang verfolgt werden, von der zufälligen Ablagerung einer einzigen Excrementrolle auf einen lose auf der Oberfläche liegenden Gegenstand, bis derselbe zwischen den verfilzten Wurzeln des Rasens eingeschlossen, und endlich in verschiedenen Tiefen unter der Oberfläche in der Ackererde eingegraben war. Wenn dasselbe Feld nach Verlauf einiger wenigen Jahre wieder untersucht wurde, wurden derartige Gegenstände in einer grösseren Tiefe als früher gefunden. Die Geradheit und Regelmässigkeit der von den eingeschlossenen Gegen-

ständen gebildeten Linien und deren Parallelismus mit der Oberfläche des Landes sind die auffallendsten Merkmale dieses Falles, denn dieser Parallelismus zeigt, wie gleichmässig die Würmer gearbeitet haben müssen. Das Resultat ist indessen zum Theil wohl die Folge davon, dass die frischen Excremente vom Regen niedergewaschen werden. Das specifische Gewicht der Gegenstände hat keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit ihres Einsinkens, wie daraus zu sehen war, dass poröse Schlacken, gebrannter Mergel, Kreide und Quarzrollsteine sämmtlich innerhalb derselben Zeit bis zu der nämlichen Tiefe hinabgesunken waren. Zieht man die Beschaffenheit des Untergrundes in Betracht, welcher in Leith Hill Place ein sandiger Boden, der viele Gesteinsstücke einschloss, und bei Stonehenge Kreideschutt mit zerbrochenen Feuersteinen war, zieht man ferner das Vorhandensein des mit Rasen bedeckten, sanft abfallenden Randes von Humus rings um die grossen Gesteinsbruchstücke an diesen beiden Stellen in Betracht, so scheint ihr Einsinken nicht in einer merkbaren Weise durch ihr Gewicht unterstützt worden zu sein, obschon letzteres ganz beträchtlich war⁹.

Über die Zahl von Würmern, welche auf einem gegebenen Raume leben. — Wir wollen nun zeigen, erstens, welche eine ungeheure Zahl von Würmern, von uns nicht gesehen, unter unseren Füßen leben, und zweitens, welches das factische Gewicht der Erde ist, welches sie auf einem gegebenen Raume und innerhalb einer gegebenen Zeit heraufschaffen. HENSEN, welcher eine so vollständige und interessante Schilderung der Lebensweise der Würmer veröffentlicht hat¹⁰, berechnet nach der Zahl, welche er auf einem gemessenen Raume fand, dass auf einem Hectar Landes 133,000 lebende Würmer existiren müssen oder 53,767 auf einem Acre. Diese letztere Anzahl von Würmern würde 356 Pfund wiegen, wenn wir HENSEN's Maszstab für das Gewicht eines einzelnen Wurms annehmen, nämlich ein Gramm. Man muss indes beachten, dass sich diese Berechnung auf die in einem Garten gefundene Anzahl gründet und HENSEN glaubt,

⁹ Mr. R. Mallet bemerkt (Quart. Journ. Geolog. Soc. Vol. 33. 1877. p. 745): „Der Grad, bis zu welchem der Boden unterhalb der Fundamente massiger architektonischer Bauten, wie z. B. der Thürme grosser Dome, erfahrungsgemäss zusammengedrückt worden ist, ist ebenso merkwürdig wie lehrreich und sonderbar. Der Betrag an Senkung kann in manchen Fällen nach Fuszen gemessen werden.“ Er führt als Beispiel den Thurm von Pisa an, fügt aber hinzu, dass er auf „dichten Thon“ gegründet worden sei.

¹⁰ Zeitschr. für wiss. Zool. 28. Bd. 1877. p. 354.

dasz die Würmer hier zweimal so zahlreich sind, wie in Getreidefeldern. So erstaunlich das obige Resultat auch sein mag, so scheint es mir doch nach der Anzahl von Würmern, welche ich zuweilen gesehen habe, sowie nach der groszen Zahl zu urtheilen, welche täglich von Vögeln zerstört wird, ohne dasz jedoch die Species ausgerottet würde, völlig glaublich zu sein. Einige Fässer mit verdorbenem Ale wurden auf Mr. MILLER's Land stehen gelassen¹¹, in der Hoffnung, Essig daraus zu gewinnen; aber es ergab sich, dasz der Essig schlecht war und die Fässer wurden ausgeschüttet. Es musz noch vorausgeschickt werden, dasz Essigsäure ein so tödtliches Gift für Würmer ist, dasz, wenn PERRIER einen Glasstab in Essigsäure und dann in eine ansehnliche Menge Wassers tauchte, in welchem Würmer lebten, diese ausnahmslos dadurch schnell getödtet wurden. Am Morgen, nachdem die Fässer ausgeleert worden waren, waren „die Haufen von Würmern, welche todt am Boden lagen, so ungeheuer, dasz wenn Mr. MILLER sie nicht gesehen hätte, er es nicht für möglich gehalten hätte, dasz solche Massen in dem Raum hätten existiren können“. Als weitere Beweise für die grosze Anzahl von Würmern, welche im Boden leben, gibt HENSEN an, dasz er in einem Garten auf einem Raume von $14\frac{1}{2}$ Quadratfusz vierundsechzig offene Wurmröhren, das sind also neun in 2 Quadratfusz, gefunden hat. Die Röhren sind aber zuweilen noch viel zahlreicher; denn als ich auf einem Grasfeld in der Nähe von Maer Hall grub, fand ich einen Klosz trockener Erde, so grosz wie meine zwei offenen Hände, welcher von sieben Wurmröhren so grosz wie Gänsekiele durchbohrt war.

Gewicht der aus einer einzigen Röhre und aus sämtlichen Röhren innerhalb eines gegebenen Raumes ausgeworfenen Erde. — In Bezug auf das Gewicht der täglich von Würmern ausgeworfenen Erde fand HENSEN, dasz sie bei einigen Würmern, welche er gefangen hielt und welche er mit Blättern gefüttert zu haben scheint, nur 0,5 Gramm oder weniger als 8 Gran im Tage wog. Im Naturzustand musz aber eine viel bedeutendere Menge in den Perioden, wenn sie zur Nahrung Erde, anstatt Blätter verzehren und wenn sie tiefe Röhren graben, ausgeworfen werden. Dies wird durch die folgenden Gewichtsangaben der an den Öffnungen einzelner Wurmhöhlen aufgeworfenen Excremente beinahe gewisz

¹¹ Mr. Dancer's Aufsatz in Proc. Phil. Soc. Manchester 1877. p. 248.

gemacht. Die ganze Masse derselben schien in keiner langen Zeit ausgeworfen worden zu sein, was in mehreren Fällen sogar sicher war. Die Excrementrollen wurden dadurch, dass sie viele Tage hindurch der Sonne oder der Wärme eines ordentlichen Feuers ausgesetzt wurden, getrocknet (ausgenommen in einem speciell angeführten Falle).

Gewicht der an der Öffnung einer einzigen Wurmröhre angehäuften
Excremente.

	Unzen
1. Down, Kent (Untergrund rother Thon, voller Feuersteine, der Kreide aufliegend). Die grösste Excrementmasse, welche ich an den Abhängen eines steilen Thales finden konnte, wo der Untergrund weit herauf reichte. In diesem einen Falle war die Excrementmasse nicht ordentlich getrocknet.	3,98
2. Down. — Grösste Excrementmasse, welche ich finden konnte (hauptsächlich aus kalkiger Substanz bestehend), auf äusserst ärmlichem Weidelande am Grunde des unter 1 erwähnten Thales.	3,87
3. Down. — Eine grosse Excrementrolle, aber nicht von ungewöhnlicher Grösze, von einem nahezu ebenen Felde ärmlicher Weide, vor ungefähr 35 Jahren dem Graswuchs überlassen.	1,22
4. Down. — Mittleres Gewicht von 11 nicht groszen, auf einem geneigten Stück meines Rasenplatzes ausgeworfenen Excrementrollen, nachdem sie dadurch einigen Gewichtsverlust erlitten hatten, dass sie eine beträchtliche Zeit hindurch dem Regen ausgesetzt gewesen waren.	0,7
5. In der Nähe von Nizza in Süd-Frankreich. — Mittleres Gewicht von 12 Excrementmassen gewöhnlicher Dimensionen, welche Dr. KING auf Land gesammelt hatte, welches lange Zeit nicht gemäht worden war und wo die Würmer ausserordentlich zahlreich waren, nämlich auf einem von Gesträuchen geschützten Rasenstück in der Nähe des Meeres. Boden sandig und kalkig; diese Excremente waren einige Zeit, ehe sie gesammelt wurden, dem Regen ausgesetzt gewesen und müssen durch Zersetzung etwas an Gewicht verloren haben, sie behielten aber noch immer ihre Form.	1,37
6. Die schwerste der vorstehend erwähnten zwölf Excrementmassen.	1,76
7. Unter-Bengal. — Mittleres Gewicht von 22, von Mr. J. SCOTT gesammelten Excrementmassen, von denen er angibt, dass sie im Verlauf von einer oder zwei Nächten ausgeworfen worden seien.	1,24
8. Die schwerste dieser 22 Excrementmassen.	2,09
9. Nilgiri-Berge, Süd-Indien. — Mittleres Gewicht der 5 grössten von Dr. KING gesammelten Excrementmassen. Sie waren dem Regen des letzten Monsun ausgesetzt gewesen und müssen etwas an Gewicht verloren haben.	3,15
10. Die schwerste dieser 5 Excrementmassen.	4,34

Aus dieser Tabelle sehen wir, dass Excremente, welche an der Mündung einer und derselben Röhre ausgeworfen worden waren und welche in den meisten Fällen frisch erschienen und ihre wurmförmige Gestalt beibehielten, meistens, nachdem sie getrocknet waren, das Gewicht von einer Unze überstiegen und zuweilen einem Viertel Pfund nahe kamen. Auf den Nilgiri-Bergen überstieg eine Excrementrolle selbst dieses letztere Gewicht. In England wurden die grössten Excrementrollen auf äusserst ärmlichem Weideland gefunden; und diese sind, soviel ich gesehen habe, allgemein grösser als diejenigen auf mit reicher Vegetation bedecktem Lande. Es möchte fast scheinen, als hätten Würmer in armem Lande eine grössere Menge von Erde zu verschlucken, als in reichem, um die genügende Nahrungsmenge zu erhalten.

Was die thurmartigen Excrementhaufen aus der Umgegend von Nizza betrifft (Nr. 5 und 6 in der obigen Tabelle), so fand Dr. KING häufig fünf oder sechs von ihnen auf einer Fläche von einem Quadratfusz; dieselben würden nach ihrem mittleren Gewicht zu urtheilen, zusammen $7\frac{1}{2}$ Unzen gewogen haben, so dass das Gewicht derjenigen auf einem Quadrat-Yard 4 Pfund $3\frac{1}{2}$ Unzen gewesen sein würde. Dr. KING sammelte gegen Ende des Jahres 1872 die sämtlichen Excremente, welche noch immer, mochten sie niedergebrochen sein oder nicht, ihre wurmförmige Gestalt behielten, von einem Quadratfusz Fläche an einer an Würmern äusserst reichen Stelle am Gipfel eines Abhanges, auf welchem keine Excremente von oben herab gerollt sein konnten. Diese Excremente mussten, wie er nach ihrem Aussehen unter Berücksichtigung der trockenen und der Regenperioden bei Nizza beurtheilte, innerhalb der vorhergehenden fünf oder sechs Monate ausgeworfen worden sein; sie wogen $9\frac{1}{2}$ Unzen oder 5 Pfund $5\frac{1}{2}$ Unzen auf den Quadrat-Yard. Nach einem Verlauf von vier Monaten sammelte Dr. KING die sämtlichen Excremente, welche später auf derselben Quadratfusz Oberfläche ausgeworfen worden waren, und sie wogen $2\frac{1}{2}$ Unzen oder 1 Pfund $6\frac{1}{2}$ Unzen auf den Quadrat-Yard. Es wurden daher ungefähr innerhalb zehn Monaten, oder wir wollen der Sicherheit wegen sagen, innerhalb eines Jahres auf diesem einen Quadratfusz 12 Unzen Excremente aufgeworfen, oder 6,75 Pfund auf den Quadrat-Yard, und dies würde 14,58 Tonnen per acre geben.

Auf einem Felde am Grunde eines Thales in der Kreide (siehe No. 2 in der vorstehenden Tabelle) wurde an einer Stelle, wo sehr

grosze Excrementrollen äusserst zahlreich waren, ein Quadrat-Yard abgemessen. Die Excremente erschienen indessen an einigen wenigen anderen Stellen beinahe ebenso zahlreich. Es wurden diese Excremente, welche ihre wurmförmige Gestalt vollkommen beibehielten, gesammelt und sie wogen, als sie zum Theil getrocknet waren, 1 Pfunde $13\frac{1}{2}$ Unzen. Dieses Feld war vor zwei und fünfzig Tagen mit einer schweren im Feldbau gebräuchlichen Walze gewalzt worden und dies dürfte sicher jeden einzelnen Excrementhaufen auf der Erde niedergeplattet haben. Das Wetter war zwei oder drei Wochen lang vor dem Einsammelungstage sehr trocken gewesen, so dasz nicht ein Excrement frisch erschien oder vor kurzem ausgeworfen worden war. Wir können daher annehmen, dasz diejenigen, welche gewogen wurden, wir wollen sagen innerhalb fünf und vierzig Tagen von der Zeit an aufgeworfen worden waren, in welcher das Feld gewalzt worden war, das heiszt also zwölf Tage weniger als die ganze dazwischenliegende Periode. Ich hatte denselben Theil des Feldes, kurz ehe es gewalzt wurde, untersucht und damals waren frische Excrementhaufen auszerordentlich häufig. Würmer arbeiten bei trockenem Wetter während des Sommers nicht, ebenso wenig im Winter während heftiger Fröste. Wenn wir annehmen, dasz sie nur während der Hälfte des Jahres arbeiten, — obgleich dies eine zu niedrige Schätzung ist, — dann würden die Würmer auf diesem Felde während des Jahres 8,387 Pfund auf den Quadrat-Yard auswerfen oder 18,12 Tonnen per acre, angenommen dasz die ganze Oberfläche gleichmässig productiv an Excrementen ist.

In den vorstehend angeführten Fällen muszten einige der nothwendigen Daten geschätzt werden; aber in den zwei folgenden Fällen sind die Resultate viel zuverlässiger. Eine Dame, auf deren Genauigkeit ich mich unbedingt verlassen kann, erbot sich, in der Nähe von Leith Hill Place in Surrey während eines Jahres sämmtliche Excrementhaufen zu sammeln, die auf zwei verschiedenen Quadrat-Yards aufgeworfen würden. Die gesammelte Menge war indessen etwas geringer als die ursprünglich von den Würmern ausgeworfene. Denn wie ich wiederholt beobachtet habe, wird ein guter Theil der feinsten Erde fortgewaschen, sobald die Excremente während oder kurz vor schwerem Regen aufgeworfen werden. Auch hiengen kleine Partien an den darumstehenden Grashalmen, und es erforderte zu viel Zeit, jede einzelne derselben zu entfernen. Auf sandigem Boden, wie in dem vorliegenden Fall, zerbröckeln die Excrementhaufen nach trockenem

Wetter sehr leicht, und auf diese Weise werden Theilchen verloren. Auch war die Dame gelegentlich ein oder zwei Wochen lang von Haus abwesend, und zu solchen Zeiten müssen die Excrementhaufen einen noch bedeutenderen Verlust dadurch, dasz sie dem Wetter ausgesetzt waren, erlitten haben. Diese Verluste wurden indessen in gewissem Grade dadurch ausgeglichen, dasz die Sammlungen auf einem der Quadrat-Yarde vier Tage und auf dem anderen Quadrat-Yard zwei Tage länger als ein Jahr fortgesetzt wurden.

Auf einer breiten, mit Gras bedeckten Terrasse, welche während vieler Jahre gemäht und gekehrt worden war, wurde eine Stelle ausgewählt (9. Oct. 1870). Sie lag nach Süden, war aber während eines Theils des Tages von Bäumen beschattet. Sie war vor mindestens einem Jahrhundert durch eine bedeutende Anhäufung von groszen und kleinen Sandsteinbruchstücken, zusammen mit etwas sandiger Erde, welche eben gerammt worden waren, gebildet worden. Wahrscheinlich war sie anfangs dadurch geschützt, dasz sie mit Rasen bedeckt war. Diese Terrasse war, nach der Anzahl von Excrementrollen auf ihr zu urtheilen, etwas ungünstig für die Existenz von Regenwürmern im Vergleich mit den benachbarten Feldern und einer höher gelegenen Terrasse. Es war in der That überraschend, dasz so viele Würmer hier leben konnten wie gesehen wurden; denn als ein Loch in diese Terrasse gegraben wurde, zeigte es sich, dasz die schwarze vegetabilische Ackererde zusammen mit dem Rasen nur vier Zoll dick war und unter ihr fand sich die ebene Oberfläche des hellgefärbten sandigen Bodens mit vielen Sandsteinbruchstücken. Ehe irgend welche Excremente gesammelt wurden, wurden die sämmtlichen, früher dort befindlichen sorgfältig entfernt. Der letzte Tag, an welchem gesammelt wurde, war der 14. October 1871. Die Excremente wurden dann vor einem Feuer ordentlich getrocknet und sie wogen genau $3\frac{1}{2}$ Pfund. Dies würde für einen Acre ähnlichen Landes 7,56 Tonnen trockener Erde ergeben, die jährlich von den Würmern ausgeworfen wird.

Das zweite Quadrat wurde auf einem nicht eingehegten Gemeindeanger in einer Höhe von ungefähr 700 Fusz über dem Meere in einiger Entfernung von Leith Hill Tower abgesteckt. Die Oberfläche war mit kurzem feinem Rasen bekleidet und war nie durch Menschenhand gestört worden. Die ausgewählte Stelle erschien weder besonders günstig für die Würmer, noch besonders ungünstig; ich habe aber häufig bemerkt, dasz Wurmexcremente auf Gemeindeland besonders zahlreich

sind, und dies darf vielleicht der Ärmlichkeit des Bodens zugeschrieben werden. Die Humusschicht hatte hier eine Mächtigkeit von zwischen drei und vier Zoll. Da diese Stelle von dem Hause, wo die Dame lebte, etwas entfernt war, wurden die Excremente nicht in so kurzen Zeitintervallen gesammelt, wie die auf der Terrasse, in Folge dessen musz der Verlust an feiner Erde während Regenwetters in diesem Falle grösser gewesen sein, als in dem letzten. Die Excremente waren überdies sandiger, und beim Sammeln derselben während trockenen Wetters zerbröckelten sie zuweilen zu Staub, und hierdurch wurde viel verloren. Es ist daher sicher, dass die Würmer beträchtlich mehr Erde herauf schafften, als die Menge betrug, welche gesammelt wurde. Die letzte Sammlung wurde am 27. October 1871 angestellt, das ist also nach 367 Tagen nachdem das Quadrat bezeichnet und die Oberfläche von allen vorher existirenden Excrementen gereinigt worden war. Die gesammelten Excremente wogen, nachdem sie ordentlich getrocknet waren, 7,453 Pfund und dies würde für einen Acre desselben Art Landes 16,1 Tonnen jährlich ausgeworfener trockener Erde ergeben.

Zusammenfassung der vier vorstehend angeführten Fälle.

1. Excrementmassen, in der Nähe von Nizza ungefähr innerhalb eines Jahres ausgeworfen, von Dr. KING auf einem Quadratfusz Oberfläche gesammelt, ergeben der Berechnung nach für den Acre 14,58 Tonnen.

2. Excrementmassen, während ungefähr 45 Tagen auf einem Quadrat-Yard in einem Felde mit ärmlicher Weide am Grunde eines grossen Thals in der Kreide ausgeworfen, ergeben der Berechnung nach jährlich auf den Acre 18,12 Tonnen.

3. Excrementmassen, von einem Quadrat-Yard auf einer alten Terrasse in Leith Hill Place während 369 Tagen gesammelt, ergeben der Berechnung nach jährlich für den Acre 7,56 Tonnen.

4. Excrementhaufen, von einem Quadrat-Yard auf Leith Hill Common während 367 Tagen gesammelt, ergeben der Berechnung nach jährlich für den Acre 16,1 Tonnen.

Die Dicke der Humusschicht, welche während eines Jahres ausgeworfene Excrementmassen bilden würden, wenn sie gleichmässig ausgebreitet würden. — Da wir nach den in der vorstehenden Zusammenfassung erwähnten zwei letzten Fällen das Gewicht der getrockneten von Würmern während eines Jahres auf einem Quadrat-Yard Oberfläche ausgeworfenen Excrementmassen kennen, so wünschte ich zu erfahren, eine wie dicke Schicht gewöhnlicher Ackererde diese Menge bilden würde, wenn sie gleichförmig über einem Quadrat-Yard ausgebreitet würde. Die trockenen

Excrementmassen wurden daher in kleine Stückchen zerbrochen und wurden dann in ein Masz gebracht und ordentlich geschüttelt und niedergedrückt. Die auf der Terrasse gesammelten ergaben 124,77 Cubikzoll und diese Menge würde, wenn sie über einen Quadrat-Yard ausgebreitet würde, eine Schicht von 0,09612 Zoll Dicke bilden. Diejenigen, die auf dem Gemeindeanger gesammelt wurden, ergaben 197,56 Cubikzoll und würden in ähnlicher Weise eine Schicht von 0,1524 Zoll Dicke bilden.

Diese Dickenmasze bedürfen indessen einer Berichtigung, denn die zerkleinerten Excrementmassen stellten, nachdem sie ordentlich zusammengeschüttelt und niedergedrückt waren, eine auch nicht annähernd so compacte Masse dar wie vegetabilische Ackererde, obgleich jedes einzelne Stückchen sehr compact war. Doch ist der Humus bei weitem nicht compact, wie aus der Anzahl von Luftblasen hervorgeht, welche aufsteigen, wenn die Oberfläche mit Wasser überfluthet wird. Überdies wird er von vielen feinen Wurzeln durchsetzt. Um annähernd zu ermitteln, um wie viel gewöhnliche Ackererde an Umfang zunehmen würde, wenn sie in kleine Stückchen zerbröckelt und dann getrocknet würde, wurde ein dünnes oblonges Stück etwas thonhaltiger Ackererde (von welchem der Rasen abgeschält war) gemessen, ehe es zerbröckelt wurde, wurde dann getrocknet und wiederum gemessen. Das Trocknen verursachte ein Schrumpfen um $\frac{1}{7}$ seiner ursprünglichen Grösze, nur nach äusseren Messungen zu urtheilen. Es wurde dann zerkleinert und zum Theil zu Pulver gemacht, in derselben Weise wie die Excremente behandelt worden waren, und sein Umfang überstieg nun (trotz des Einschrumpfens in Folge des Trocknens) um $\frac{1}{16}$ den des ursprünglichen Stücks feuchter Ackererde. Die oben berechnete Mächtigkeit der aus den Excrementen von der Terrasse nach deren Anfeuchtung und Ausbreitung über einen Quadrat-Yard gebildeten Schicht würde daher um $\frac{1}{16}$ zu reduciren sein, und dies wird die Schicht auf 0,09 Zoll reduciren, so dasz eine Schicht von 0,9 Zoll Mächtigkeit im Verlaufe von zehn Jahren gebildet wird. Nach demselben Grundsatz würden dieselben Excrementmassen vom Gemeindeanger im Verlauf eines einzigen Jahres eine Schicht von 0,1429 Zoll oder im Verlauf von zehn Jahren von 1,429 Zoll Mächtigkeit bilden. In runden Zahlen können wir sagen, dasz die Dicke der Schicht im ersteren Fall in zehn Jahren nahezu 1 Zoll und im zweiten Fall von nahe $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen wird.

Um diese Resultate mit denjenigen zu vergleichen, welche aus der Schnelligkeit abgeleitet wurden, mit welcher kleine, auf der Oberfläche von mit Gras bewachsenen Feldern liegen gelassene Gegenstände eingegraben werden (wie es im ersten Theil dieses Capitels beschrieben wurde), will ich hier die folgende Zusammenfassung geben:

Zusammenfassung der Beobachtungen über die Dicke der Humusschicht, die sich im Laufe von zehn Jahren über, an der Oberfläche liegen gelassenen Gegenständen ansammelt.

Die Anhäufung von Humus während $14\frac{3}{4}$ Jahren an der Oberfläche eines trockenen, sandigen Grasfeldes in der Nähe von Maer Hall belief sich in 10 Jahren auf 2,2 Zoll.

Die Anhäufung während $21\frac{1}{2}$ Jahren auf einem morastigen Felde in der Nähe von Maer Hall belief sich in 10 Jahren auf nahezu 1,9 Zoll.

Die Anhäufung während 7 Jahren auf einem sehr morastigen Felde in der Nähe von Maer Hall belief sich in 10 Jahren auf 2,1 Zoll.

Die Anhäufung während 29 Jahren auf gutem, thonhaltigen Weideland über der Kreide bei Down belief sich in 10 Jahren auf 2,2 Zoll.

Die Anhäufung während 30 Jahren auf der Seite eines Thales über der Kreide bei Down, wo der Boden thonig, sehr arm und soeben erst in Weideland verwandelt worden war (so dasz er einige Jahre lang ungünstig für Würmer war), betrug in 10 Jahren 0,83 Zoll.

Wir sehen in diesen Fällen (ausgenommen im letzten), dasz die Menge von Erde, welche während 10 Jahren auf die Oberfläche geschafft wird, etwas grösser ist als die nach den Excrementmassen berechnete, welche factisch gewogen wurden. Dieser Mehrbetrag kann zum Theil durch den Verlust erklärt werden, welchen die gewogenen Excrementmassen schon vorher dadurch erlitten hatten, dasz sie vom Regen ausgewaschen wurden, dasz Stückchen derselben an den umgebenden Grashalmen hängen blieben und dasz sie zerbröckelten, wenn sie trockneten. Auch dürfen wir andere Kräfte nicht übersehen, welche in allen gewöhnlichen Fällen die Humusmenge vergrößern dürften und welche bei den gesammelten Excrementmassen nicht berücksichtigt werden konnten, ich meine nämlich die von grabenden Larven und Insekten, besonders von Ameisen, an die Oberfläche geschaffte feine Erde. Die von Maulwürfen aufgeworfene Erde hat meistens ein von vegetabilischer Ackererde etwas verschiedenes Ansehen; nach einiger Zeit aber ist sie von ihr nicht mehr zu unterscheiden. In trockenen Gegenden spielt ausserdem auch der Wind eine bedeutungsvolle Rolle beim Fortschaffen des Staubes von einer Stelle zur anderen, und selbst in England musz er die Humusschicht auf Feldern in der Nähe grösser

Straszen vermehren. Aber in meiner Grafschaft erscheinen diese letzteren verschiedenartigen Momente von völlig untergeordneter Bedeutung im Vergleich mit der Thätigkeit der Regenwürmer.

Wir haben kein Mittel zu beurtheilen, ein wie groszes Gewicht von Erde ein einziger völlig erwachsener Wurm während eines Jahres auswirft. HENSEN schätzt, dasz auf einem Acre Landes 53,767 (auf einem Morgen 34,000) Würmer leben; diese Schätzung gründet sich aber auf die in Gärten gefundene Zahl und er glaubt, dasz nur ungefähr halb so viel in Getreidefeldern leben. Wie viele in altem Weideland leben, ist unbekannt; wenn wir aber annehmen, dasz die Hälfte der obigen Anzahl oder 26,886 auf derartigem Lande leben und nehmen dann ferner nach der vorhin gegebenen Zusammenfassung 15 Tonnen als das Gewicht der jährlich auf einem Acre ausgeworfenen Excremente an, so musz jeder Wurm jährlich 20 Unzen auswerfen. Ein Excrement von der vollständigen Grösze an der Öffnung einer einzigen Röhre übertrifft, wie wir gesehen haben, häufig eine Unze im Gewicht, und wahrscheinlich werfen Würmer mehr als 20 Excremente von völliger Grösze während eines Jahres aus. Wenn sie jährlich mehr als 20 Unzen auswerfen, können wir folgern, dasz die Regenwürmer, welche auf einem Acre Weideland leben, weniger als 26,886 sein werden.

Würmer leben hauptsächlich in der oberflächlichen Humusschicht, welche gewöhnlich von 4 oder 5 bis 10 und selbst 12 Zoll mächtig ist, und es ist dieser Humus, welcher immer und immer wieder durch ihre Körper hindurch geht und auf die Oberfläche geschafft wird. Würmer bohren aber gelegentlich in den Untergrund bis zu einer viel beträchtlicheren Tiefe, und bei solchen Gelegenheiten bringen sie Erde aus dieser grösseren Tiefe herauf, und dieser Procesz ist für Jahrtausende und Jahrtausende fortgegangen. Die oberflächliche Humusschicht würde daher schliesslich, obgleich mit einer immer langsameren und langsameren Geschwindigkeit eine Mächtigkeit erreichen, welche der Tiefe, bis zu welcher Würmer jemals graben, gleich wäre, wenn nicht noch andere entgegengesetzte Kräfte thätig wären, welche etwas von der feinsten Erde, welche beständig von den Würmern auf die Oberfläche gebracht wird, auf ein niedriges Niveau hinabbringen. Eine wie bedeutende Mächtigkeit die vegetabilische Ackererde jemals erlangt, habe ich keine gute Gelegenheit gehabt zu beobachten; es werden aber im nächsten Capitel, wenn wir das Eingraben antiker Bauwerke betrachten,

einige Thatsachen in Bezug auf diesen Punkt angeführt werden. In den zwei letzten Capiteln werden wir sehen, dasz der Boden durch die Thätigkeit der Würmer, wenn schon in einem nur geringen Grade factisch vermehrt wird; ihre hauptsächlichste Arbeit besteht aber darin, die feineren von den gröberen Theilchen zu sondern, das Ganze mit zerfallenen Pflanzensubstanzen zu vermengen und es mit den Absonderungen ihres Darmes zu sättigen.

Endlich wird, wie ich glaube, später Niemand, welcher die in diesem Capitel mitgetheilten Thatsachen in Betracht zieht, daran zweifeln, dasz die Würmer eine bedeutungsvolle Rolle im Haushalte der Natur spielen: ich meine die Thatsache, dasz kleine Gegenstände, die auf der Oberfläche liegen, eingegraben werden und dasz grosse Steine einsinken, — ich meine die ungeheure Zahl von Würmern, welche innerhalb eines mäsigen Stück Landes leben, — das Gewicht der aus der Mündung eines und desselben Ganges ausgeworfenen Excremente, — endlich das Gewicht sämmtlicher innerhalb einer bekannten Zeit auf einem abgemessenen Raume ausgeworfenen Excremente.

Viertes Capitel.

Der Antheil, welchen Würmer beim Eingraben alter Bauten gehabt haben.

Die Anhäufung von Schutt auf dem Boden groszer Städte, unabhängig von der Thätigkeit der Würmer. — Das Eingraben einer römischen Villa in Abinger. — Der Boden und die Wände von Würmern durchbohrt. — Einsinken eines modernen Pflasters. — Das begrabene Pflaster in Beaulieu Abbey. — Römische Villen in Chedworth und Brading. — Die Überreste der römischen Stadt in Silchester. — Die Beschaffenheit der zerfallenen Masse, womit die Überreste bedeckt sind. — Die Durchbohrung der getäfelten Boden und Wände von den Würmern. — Einsinken der Boden. — Dicke der Humusschicht. — Die alte römische Stadt von Wroxeter. — Dicke der Humusschicht. — Tiefe der Fundamente einiger der Gebäude. — Schluss.

Die Archäologen wissen wahrscheinlich nicht, wie viel sie in Bezug auf die Erhaltung vieler antiker Gegenstände den Würmern verdanken. Wenn Münzen, goldene Schmuckgegenstände, Steinwerkzeuge u. s. w. auf die Oberfläche des Bodens fallen, so werden sie ganz untrüglich in einigen wenigen Jahren von den Excrementhaufen der Würmer begraben und dadurch sicher aufbewahrt werden, bis in irgend einer späteren Periode das Land einmal wieder umgestürzt wird. So wurde beispielsweise vor vielen Jahren ein Grasfeld auf der nördlichen Seite des Severn, nicht weit von Shrewsbury, gepflügt; dabei wurde eine überraschend grosze Anzahl eiserner Pfeilspitzen auf dem Boden der Ackerfurchen gefunden, welche, wie Mr. BLAKEWAY, ein Alterthumsforscher des Orts, annahm, Überreste aus der Schlacht von Shrewsbury im Jahre 1403 waren und ohne Zweifel ursprünglich über das Schlachtfeld zerstreut gelegen hatten. In dem vorliegenden Capitel werde ich zeigen, dasz nicht bloss Werkzeuge u. s. w. in dieser Weise erhalten werden, sondern dasz die Fuszboden und Überreste vieler antiker Bauten in England in einer so wirksamen Weise,

und zwar zum grössten Theil durch die Thätigkeit der Regenwürmer begraben worden sind, dasz sie in neueren Zeiten einzig in Folge verschiedener Zufälle entdeckt worden sind. Die ungeheuren Schuttschichten von mehreren Yards Mächtigkeit, welche unterhalb vieler solcher Städte, wie Rom, Paris und London, liegen und von denen die untersten von hohem Alter sind, werden nicht herangezogen, da die Würmer in keinerlei Weise auf sie eingewirkt haben. Wenn wir in Betracht ziehen, wie viel Material täglich in eine grosse Stadt zum Bauen, Heizen, zur Kleidung und zur Nahrung hineingeschafft wird, und dasz in alten Zeiten, wo die Strassen schlecht waren und das Reinigungswerk vernachlässigt wurde, eine vergleichsweise geringe Menge wieder fortgeschafft wurde, so können wir wohl ELIE DE BEAUMONT zustimmen, welcher bei Erörterung dieses Gegenstandes sagt: „pour une voiture „de matériaux qui en sort, on y en fait entrer cent¹.“ Auch dürfen wir die Wirkungen von Feuersbrünsten, das Abbrechen alter Gebäude und das Entfernen des Schuttes nach dem nächsten freien Platze nicht übersehen.

Abinger, Surrey. — Spät im Herbste des Jahres 1876 wurde der Grund in einem alten Meiereihofe an diesem Orte bis zu einer Tiefe von 2 bis 2¹/₂ Fusz gegraben, und die Arbeitsleute fanden dabei verschiedene antike Gegenstände. Dies veranlaszte Mr. T. H. FARRER in Abinger Hall, auf einem anstosenden gepflügten Felde nachsuchen zu lassen. Beim Ausheben eines Grabens wurde sehr bald eine Cementschicht entdeckt, welche zum Theil noch mit Mosaikplättchen (kleine rothe Ziegel) bedeckt und auf zwei Seiten von niedergebrochenen Mauern umgeben war. Man nimmt an², dasz dieser Raum einen Theil des Atrium oder Empfangszimmers einer römischen Villa bildete. Später wurden noch zwei oder drei andere kleine Zimmer entdeckt. Viele Bruchstücke von irdenen Geräthen, andere Gegenstände und Münzen mehrerer römischer Kaiser, aus den Jahren 133 bis 361 und vielleicht 375 n. Chr. herrührend, wurden gleichfalls gefunden; auch ein Halfpenny Georg's I. von 1715. Die Gegenwart dieser letzteren Münze scheint eine Anomalie zu sein; aber ohne Zweifel wurde er während des letzten Jahrhunderts auf den Boden fallen gelassen, und

¹ Leçons de Géologie pratique, 1845. p. 142.

² Ein kurzer Bericht über diese Entdeckung wurde veröffentlicht in „The Times“, vom 2. Januar 1878, und eine ausführlichere Schilderung in „The Builder“ 5. Januar 1878.

seitdem ist eine hinreichend lange Zeit verflossen, um ihn von den Excrementen der Würmer bis in eine beträchtliche Tiefe eingraben zu lassen. Aus den verschiedenen Daten der römischen Münzen können wir schlieszen, dasz das Gebäude lange bewohnt gewesen ist. Es wurde wahrscheinlich vor 1400 oder 1500 Jahren zerstört und verlassen.

Ich war während des Beginns der Ausgrabungen (am 20. August 1877) gegenwärtig; Mr. FARRER liesz an den entgegengesetzten Enden

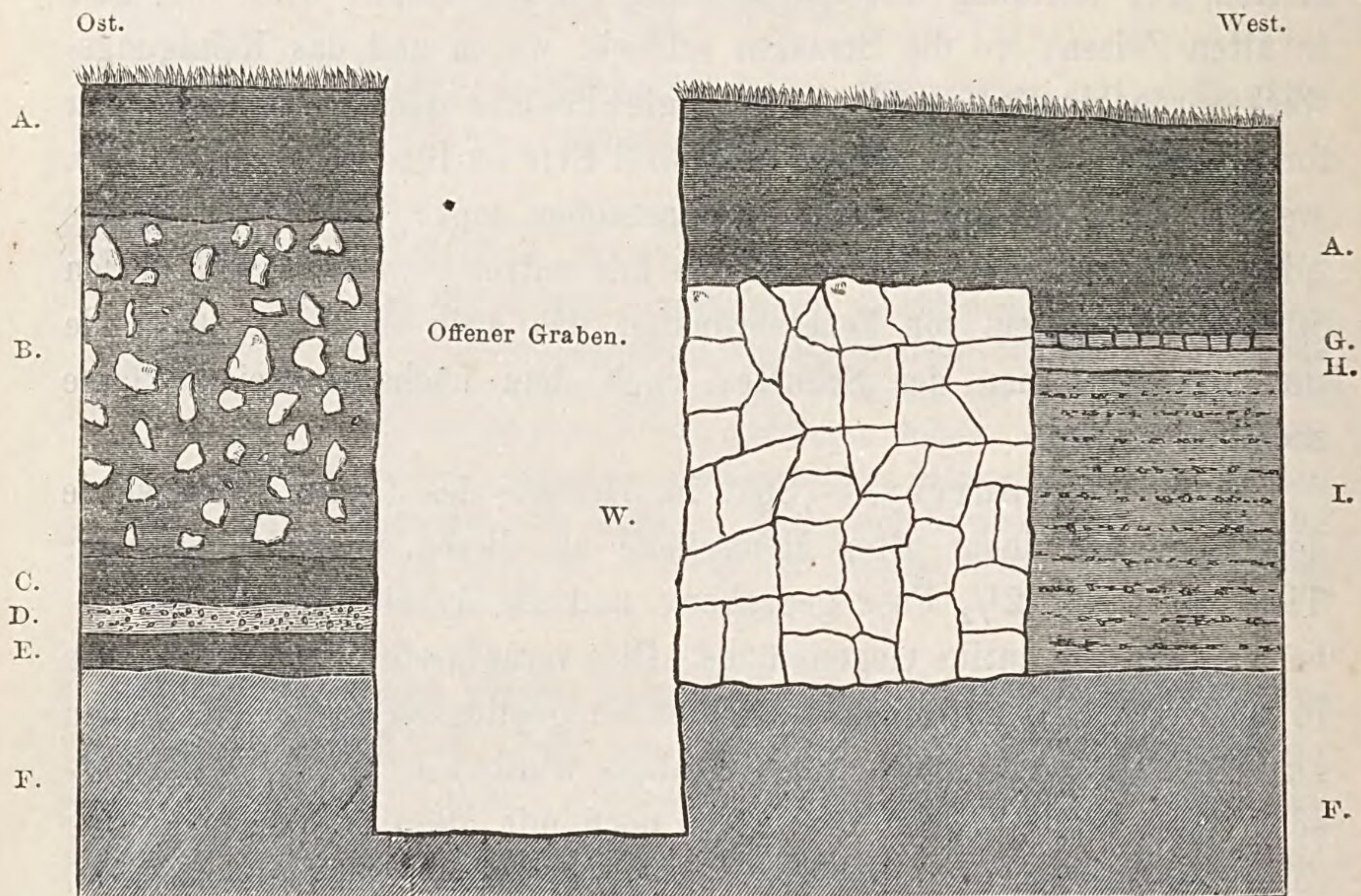


Fig. 8. Durchschnitt durch die Fundamente einer vergrabenen römischen Villa in Abinger. A A. Humusschicht; B. dunkle Erde, voller Steine, 13 Zoll dick; C. schwarze Ackererde; D. zerstückelter Mörtel; E. schwarze Ackererde; F F. nicht aufgestörter Untergrund; G. Fuszbodenplättchen; H. Cementschicht; I. Masse unbekannter Beschaffenheit; W. vergrabene Wand.

des Atrium zwei tiefe Gräben graben, damit ich die Beschaffenheit des Bodens in der Nähe der Ruinen untersuchen könne. Das Feld senkte sich sanft von Ost nach West unter einem Winkel von ungefähr 70° ; der eine der beiden Gräben, welchen die beistehende Figur darstellt (Fig. 8), fand sich am oberen oder östlichen Ende. Die Zeichnung ist in dem Maszstabe von $\frac{1}{20}$ Zoll auf einen Zoll angefertigt; der Graben aber, welcher zwischen 4 und 5 Fusz breit und stellenweise über 5 Fusz tief war, ist nothwendigerweise auszer allem Verhältnisse verkleinert worden. Die feine Humusschicht auf dem Boden des Atrium variirte in ihrer Mächtigkeit von 11 bis 16 Zoll, und war

an der Seite des Grabens auf dem Durchschnitte ein wenig über 13 Zoll dick. Nachdem die Ackererde entfernt worden war, erschien der Fuszboden als Ganzes mäsrig eben; an einzelnen Stellen aber senkte er sich unter einem Winkel von 1° und an einer Stelle nahe am Auszenrande nicht weniger als unter $8^{\circ} 30'$. Die das Pflaster umgebende Mauer war aus rauhen Steinen ausgeführt und war da, wo der Graben gegraben worden war, 23 Zoll dick. Der abgebrochene Gipfel fand sich hier 13 Zoll, aber an einer anderen Stelle 15 Zoll unter der Oberfläche des Feldes und war mit der ganzen Dicke der Ackererdenschicht bedeckt. An einer Stelle indessen stieg er bis in eine Tiefe von nur 6 Zoll unter der Oberfläche. An zwei Seiten des Raumes, wo die Verbindung des Cementfuszbodens mit den einfassenden Wänden sorgfältig untersucht werden konnte, fand sich kein Riss oder Sprung oder keine Trennung. Es stellte sich später heraus, dass dieser Graben innerhalb eines anstossenden Zimmers (von 11 Fusz bei 11 Fusz 6 Zoll gross) gegraben worden war, von dessen Existenz man, als ich dort anwesend war, noch nicht einmal eine Vermuthung hatte.

Auf der Seite des Grabens, welcher von der vergrabenen Mauer (W) am weitesten entfernt war, variirte die Dicke der Humusschicht von 9 bis 14 Zoll; sie ruhte auf einer 23 Zoll mächtigen Masse von schwärzlicher, viele grosse Steine einschliessender Erde. Unterhalb dieser fand sich eine dünne Schicht sehr schwarzer Ackererde (C), dann eine Schicht von Erde voll von Mörtelbruchstücken (D) und dann eine andere Schicht (ungefähr 3 Zoll dick) von sehr schwarzem Humus (E), welche auf dem nicht aufgestörten Untergrunde von festem, gelblichen, thonigen Sande ruhte (F). Die 23 Zoll dicke Erdschicht (B) war wahrscheinlich künstliches Fundament, da hierdurch der Fuszboden dieses Zimmers in ein Niveau mit dem des Atrium gebracht wurde. Die zwei dünnen Schichten von schwarzem Humus am Grunde des Grabens bezeichneten offenbar die Oberflächen zweier früheren Zustände des Landes. Ausserhalb der Wände des nördlichen Zimmers wurden später viele Knochen, Asche, Austernschalen, zerbrochene Topfwaaren und ein ganz gebliebener Topf in einer Tiefe von 16 Zoll unter der Oberfläche gefunden.

Der zweite Graben wurde auf der westlichen oder unteren Seite der Villa gegraben; die Humusschicht war hier nur $6\frac{1}{2}$ Zoll dick; sie ruhte auf einer Schicht feiner Erde voll von Steinen, zerbrochenen Ziegeln und Mörtelbruchstücken, welche 34 Zoll dick war und unter

welcher der nicht gestörte Sand folgte. Die grösste Masse dieser Erde war wahrscheinlich vom oberen Theile des Feldes herabgewaschen worden, und die Bruchstücke von Steinen, Ziegeln u. s. w. müssen von den unmittelbar daran stoszenden Ruinen hergekommen sein.

Auf den ersten Blick scheint es eine überraschende Thatsache zu sein, dasz dieses Feld mit leichtem sandigen Boden viele Jahre hindurch cultivirt und gepflügt worden sein sollte und dasz doch trotzdem nicht eine Spur dieser alten Bauten entdeckt worden wäre. Niemand hatte auch nur eine Vermuthung, dasz die Überreste einer römischen Villa dicht unter der Oberfläche verborgen liegen könnten. Die Thatsache wird aber weniger überraschen, wenn man weisz, dasz das Feld, wie der Gutsverwalter meinte, niemals bis zu einer grösseren Tiefe als 4 Zoll gepflügt worden ist. Sicher ist, dasz, als das Land zuerst gepflügt wurde, das Pflaster und die umgebenden zerbrochenen Wände von mindestens 4 Zoll Erde bedeckt gewesen sein müssen; denn im anderen Falle würden der zerfallene cementirte Fuszboden von der Pflugschar zerkratzt, die Mosaikplättchen angewühlt und die Gipfel der alten Wände umgestürzt worden sein.

Als der Cement und die Mosaikplatten zuerst auf einem Raume von 14 Fusz bis 9 Fusz gereinigt worden waren, bot der Fuszboden, welcher mit niedergetretener Erde bedeckt war, keinerlei Anzeichen dafür dar, dasz er von Würmern durchbohrt worden sei; und obgleich der darüberliegende feine Humus dem äusserst ähnlich war, welcher an vielen Stellen sicherlich von Würmern angehäuft worden ist, so schien es doch kaum glaublich zu sein, dasz dieser Humus hier von unterhalb des allem Anscheine nach unverletzten Bodens her durch die Würmer heraufgeschafft worden wäre. Es schien auch äusserst unwahrscheinlich zu sein, dasz die den Raum umgebenden und noch immer mit dem Cementboden verbundenen Wände von den Würmern unterminirt worden und dadurch zum Einsinken veranlaszt worden wären, worauf sie dann später mit deren Excrementmassen bedeckt worden wären. Ich kam daher anfangs zu dem Schlusse, dasz die sämmtliche feine Ackererde über den Ruinen von den oberen Theilen des Feldes herabgewaschen worden sei; doch werden wir bald sehen, dasz dieser Schlusz bestimmt falsch ist, obschon es beobachtet worden ist, dasz viele feine Erde von dem oberen Theile des Feldes in seinem gegenwärtigen gepflügten Zustande während heftiger Regengüsse herabgewaschen wird.

Obgleich es anfangs nicht den Anschein hatte, als wäre der Cementfuszboden irgendwo von Würmern durchbohrt worden, so waren doch am nächsten Morgen kleine platte Klümpchen der niedergetretenen Erde über den Mündungen von sieben Röhren, welche durch die weicheren Theile des entblöszten Cements oder in den Zwischenräumen zwischen den Mosaikplatten hindurchtraten, von den Würmern in die Höhe gehoben worden. Am dritten Morgen wurden fünfundzwanzig Wurm-röhren gezählt; und als die kleinen Erdklümpchen plötzlich emporgehoben wurden, sah man vier Würmer im Acte des eiligen Rückzugs. Während der dritten Nacht wurden zwei Excremente auf den Fuszboden ausgeworfen, und diese waren von bedeutender Grösze. Die Jahreszeit war der vollen Thätigkeit der Würmer nicht günstig und das Wetter war seit Kurzem heisz und trocken gewesen, so dasz die meisten Würmer in einer beträchtlichen Tiefe lebten. Beim Ausheben der beiden Gräben wurden viele offene Röhren und einige Würmer in einer Tiefe von zwischen 30 und 40 Zoll unter der Oberfläche angetroffen; in einer noch grösseren Tiefe aber wurden sie selten. Indessen wurde ein Wurm in einer Tiefe von $48\frac{1}{2}$ und ein anderer in einer Tiefe von $51\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche durchgeschnitten. Auch wurde ein frisch mit Humus ausgekleideter Gang in einer Tiefe von 57 und ein anderer in einer Tiefe von $65\frac{1}{2}$ Zoll angetroffen. In grösseren Tiefen als diesen wurden weder Wurm-röhren noch Würmer gesehen.

Da ich zu erfahren wünschte, wie viele Würmer unter dem Fuszboden des Atrium — auf einem Raume von ungefähr 14 Fusz zu 9 Fusz — lebten, war Mr. FARRER so freundlich, in meinem Interesse Beobachtungen während der nächsten sieben Wochen anzustellen, in welcher Zeit die Würmer auf den ringsherum liegenden Grundstücken in voller Thätigkeit waren und in der Nähe der Oberfläche arbeiteten. Es ist sehr unwahrscheinlich, dasz Würmer von den umgebenden Feldstücken in den kleinen Raum des Atrium eingewandert sein sollten, nachdem die oberflächliche Humusschicht, in welcher sie zu leben vorziehen, entfernt worden war. Wir dürfen daher wohl schlieszen, dasz die Röhren und die Excremente, welche hier während der folgenden sieben Wochen gesehen wurden, die Arbeit der bereits früher hier vorhandenen Bewohner des Raumes waren. Ich will nun einige wenige Auszüge aus den Aufzeichnungen Mr. FARRER's mittheilen.

26. August 1877, d. i. fünf Tage, nachdem der Fuszboden aufgeräumt worden war. In der vorausgehenden Nacht war ein heftiger

Regen niedergegangen, welcher die Oberfläche rein gewaschen hatte; es wurden nun die Mündungen von vierzig Wurmrohren gezählt. Theile des Cements ergaben sich als solid und waren niemals von Würmern durchbohrt worden; auf diesen Stellen stand das Regenwasser.

5. September. — Spuren von Würmern, welche während der vorausgehenden Nacht gemacht worden waren, waren auf der Oberfläche des Fuszbodens zu sehen, und fünf oder sechs wurmförmige Excremente waren ausgeworfen worden. Dieselben waren zerfallen.

12. September. — Während der letzten sechs Tage waren die Würmer nicht thätig gewesen, obgleich auf den benachbarten Feldern viele Excrementmassen ausgeworfen worden waren; an diesem Tage aber war an zehn frischen Stellen die Erde über den Mündungen der Wurmrohren ein wenig emporgehoben oder es waren Excremente ausgeworfen worden. Es musz hierbei bemerkt werden, dasz, wenn hier von einer frischen Wurmrohre gesprochen wird, dies meistens heissen soll, dasz ein alter Gang wieder geöffnet worden ist. Mr. FARRER war wiederholt davon betroffen, mit welcher Beharrlichkeit die Würmer ihre alten Gänge wieder öffneten, selbst wenn keine Erde ausgeworfen wurde. Ich habe häufig dieselbe Thatsache beobachtet und meistens werden die Mündungen der Röhren durch eine Anhäufung von Steinen, Stöckchen oder Blättern geschützt. Mr. FARRER beobachtete gleichfalls, dasz die unter dem Fuszboden des Atrium lebenden Würmer häufig grobe Sandkörner und andere solche kleine Steine, wie sie sie finden konnten, rings um die Mündungen ihrer Röhren aufsammelten.

13. September; weiches nasses Wetter. An 31 Stellen waren die Mündungen der Röhren wieder geöffnet oder Excremente ausgeworfen worden; diese waren sämmtlich verwischt.

14. September; 34 frische Höhlen oder Excrementmassen, sämmtlich zerfallen.

15. September; 44 frische Höhlen, nur 5 Excremente, alle zerfallen.

18. September; 43 frische Höhlen, 8 Excremente, sämmtlich zerfallen.

Die Anzahl der Excrementmassen auf den umgebenden Feldern war jetzt sehr bedeutend.

19. September; 40 Höhlen, 8 Excremente, sämmtlich zerfallen.

22. September; 43 Höhlen, nur einige wenige frische Excremente, alle zerfallen.

23. September; 44 Höhlen, 8 Excremente.

25. September; 50 Höhlen, keine Angabe über die Zahl der Excremente.

13. October; 61 Höhlen, keine Angabe über die Zahl der Excremente.

Nach Verlauf von drei Jahren sah auf mein Ersuchen Mr. FARRER wiederum nach dem Cementfuszboden und fand die Würmer noch immer an der Arbeit.

Da ich wusste, eine wie grosse Muskelkraft die Würmer besitzen, und da ich sah, wie weich der Cementboden an vielen Stellen war, so war ich darüber nicht überrascht, dasz er von den Wurmröhren durchbohrt worden war; eine überraschendere Thatsache ist es aber, dasz, wie Mr. FARRER fand, der Mörtel zwischen den unbehauenen Steinen der dicken, die Zimmer umgebenden Mauern von Würmern durchbohrt worden war. Am 26. August, also fünf Tage nachdem die Ruinen bloszgelegt worden waren, beobachtete er vier offene Gänge an dem abgebrochenen Gipfel der östlichen Wand (in Fig. 8), und am 15. September waren in ähnlicher Weise andere Gänge zu sehen. Es musz auch noch bemerkt werden, dasz auf der senkrechten Seite des Grabens (welcher viel tiefer war, als in Fig. 8 dargestellt ist) drei frische Wurmröhren zu sehen waren, welche schräg weit hinab unter die Basis der alten Mauer liefen.

Wir sehen hieraus, dasz viele Würmer unterhalb des Fuszbodens und der Mauern des Atrium zu der Zeit, als die Ausgrabungen ausgeführt wurden, lebten, und dasz sie späterhin beinahe täglich Erde aus einer beträchtlichen Tiefe auf die Oberfläche brachten. Es ist nicht der mindeste Grund vorhanden, daran zu zweifeln, dasz die Würmer beständig in dieser Weise gearbeitet haben seit der Zeit, in welcher der Cementboden hinreichend zerfallen war, um ihnen zu gestatten, ihn zu durchbohren; und selbst vor dieser Zeit werden sie unterhalb des Fuszbodens gelebt haben, sobald er nur für den Regen durchgängig wurde, so dasz die Erde unter ihm feucht wurde. Der Fuszboden und die Seitenmauern müssen daher beständig unterminirt worden sein, und feine Erde musz während vieler Jahrhunderte, vielleicht während eines Jahrtausends, auf ihm angehäuft worden sein. Wenn die Wurmröhren unterhalb des Fuszbodens und der Wände, welche wahrscheinlich früher ebenso zahlreich waren wie sie es jetzt sind, im Laufe der Zeit nicht in der früher auseinandergesetzten Art und Weise zusammengesunken wären, so würde die darunterliegende

Erde mit solchen Gängen wie ein Schwamm durchlöchert worden sein; und da dies nicht der Fall war, so können wir sicher sein, dasz sie zusammengefallen sind. Das unvermeidliche Resultat eines solchen Zusammenfallens während aufeinanderfolgender Jahrhunderte wird das langsame Einsinken des Fuszbodens und der Seitenwände und ihr Eingegrabenwerden unter den angehäuften Wurmexcrementen gewesen sein. Das Untersinken eines Fuszbodens, während derselbe noch immer nahezu horizontal bleibt, dürfte auf den ersten Blick unwahrscheinlich erscheinen; dieser Fall bietet aber nicht mehr wirkliche Schwierigkeit dar, als der andere, dasz einzelne auf die Oberfläche eines Feldes lose gestreute Gegenstände, wie wir gesehen haben, im Verlaufe einiger wenigen Jahre mehrere Zoll unterhalb der Oberfläche vergraben waren, obschon sie noch immer eine mit der Oberfläche parallele Schicht bilden. Das Vergrabenwerden des gepflasterten und ebenen Fuszwegs auf meinem Rasenplatz, welches unter meinen eigenen Augen statt fand, ist ein analoger Fall. Selbst diejenigen Theile des Cementfuszbodens, welche die Würmer nicht durchbohren konnten, werden beinahe sicher unterminirt worden sein und werden wie die groszen Steine in Leith Hill Place und Stonehenge eingesunken sein, denn der Boden wird unter ihnen feucht gewesen sein. Aber die Geschwindigkeit des Einsinkens der verschiedenen Theile wird nicht vollständig gleich gewesen sein, und es war auch der Fuszboden nicht völlig eben. Die Fundamente der Seitenmauern liegen, wie in dem Durchschnitt zu sehen ist, in einer sehr geringen Tiefe unter der Oberfläche; sie werden daher mit nahezu derselben Geschwindigkeit wie der Fuszboden untergesunken sein. Dies würde aber nicht eingetreten sein, wenn die Fundamente tief gelegen hätten, wie es bei einigen anderen sofort zu beschreibenden römischen Ruinen der Fall gewesen ist.

Wir dürfen endlich schlieszen, dasz ein groszer Theil des feinen vegetabilischen Humus, welcher den Fuszboden und die niedergebrochenen Seitenmauern dieser Villa, an einigen Stellen bis zu einer Mächtigkeit von 16 Zoll bedeckte, von unten her durch die Würmer heraufgeschafft worden ist. Nach Thatsachen, welche später noch mitgetheilt werden sollen, kann darüber kein Zweifel bestehen, dasz etwas von der feinsten, in der erwähnten Weise heraufgeschafften Erde während eines jeden heftigen Regenschauers über die leicht abwärts geneigte Fläche des Feldes hinabgewaschen worden sein wird. Wäre dies nicht eingetreten, so würde sich eine gröszere Menge von Ackererde auf den

Ruinen aufgehäuft haben als die gegenwärtig dort vorhandene. Aber auszer den Wurmexcrementen und etwas von Insecten heraufgeschaffter Erde und einer geringen Anhäufung von Staub, wird viele feine Erde von den oberen Theilen des Feldes, seitdem es in Cultur genommen worden ist, über die Ruinen gewaschen worden sein, und von der Schicht über den Ruinen auf die niedrigeren Theile des Abhangs, so dasz die gegenwärtige Dicke der Humusschicht das combinirte Resultat dieser verschiedenen Einwirkungen ist.

Ich will hier einen modernen Fall vom Einsinken eines Pflasters einschalten, welchen mir im Jahre 1871 Mr. RAMSAY, der Director der geologischen Landesaufnahme von England, mitgetheilt hat. Ein Gang, ohne Dach, von 7 Fusz Länge und 3 Fusz 2 Zoll Breite, führte von seinem Hause in den Garten, und war mit Platten von Portland-Stein gepflastert. Mehrere dieser Platten maszen 16 Zoll im Geviert, andere waren gröszer und einige ein wenig kleiner. Der Mitte des Ganges entlang war dies Pflaster um ungefähr 3 Zoll eingesunken und auf jeder Seite 2 Zoll, wie an den Cementlinien noch zu sehen war, durch welche die Platten ursprünglich mit den Seitenwänden verbunden gewesen waren. Auf diese Weise war das Pflaster der Mitte entlang unbedeutend concav geworden; am Ende aber, dicht am Hause, war keine Senkung eingetreten. Mr. RAMSAY konnte dieses Sinken nicht erklären, bis er endlich beobachtete, dasz entlang den Verbindungslinien zwischen den Platten häufig Excrementmassen von schwarzem Humus ausgeworfen wurden, und diese Excremente wurden regelmäszig fortgekehrt. Die verschiedenen Verbindungslinien hatten alle zusammen, mit Einschlusz derer mit den Seitenmauern, eine Länge von 39 Fusz 2 Zoll. Das Pflaster hatte nicht das Aussehen, als sei es jemals erneuert worden, und das Haus war, der allgemeinen Annahme nach, ungefähr vor sieben und achtzig Jahren gebaut worden. In Anbetracht aller dieser Umstände zweifelt Mr. RAMSAY nicht daran, dasz die von den Würmern in der Zeit von der ersten Legung des Pflasters an, oder vielmehr seitdem der Zerfall des Mörtels den Würmern gestattete, ihn zu durchbohren und daher in einer viel weniger als sieben und achtzig Jahre betragenden Zeit heraufgeschaffte Erde hingereicht hat, das Einsinken des Pflasters bis zu dem oben angegebenen Betrage zu verursachen, ausgenommen dicht am Hause, wo der Boden unter dem Pflaster nahezu trocken geblieben war.

Beaulieu Abbey, Hampshire. — Es wurde diese Abtei von Heinrich VIII. zerstört, und gegenwärtig ist nur ein Theil der südlichen Chorwand übrig. Man ist der Meinung, dasz der König die meisten Steine zum Bau eines Schlosses hat fortschaffen lassen, und sicher ist es, dasz sie entfernt worden sind. Die Lage des Transepts des Schiffs ist vor nicht langer Zeit dadurch ermittelt worden, dasz man die Fundamente gefunden hat, die Stelle ist jetzt durch in die Erde eingelassene Steine bezeichnet worden. Wo die Abtei früher gestanden hat, da dehnt sich jetzt eine glatte, mit Gras bedeckte Fläche aus, welche in allen Beziehungen den übrigen Theilen des Feldes gleich ist. Der Wächter, ein sehr alter Mann, sagte aus, dasz während seiner Zeit die Fläche nie geebnet worden ist. Im Jahre 1853 liesz der Herzog von BUCCLEUGH am westlichen Ende des Schiffs drei Löcher im Rasen graben, einige wenige Yards von einander entfernt; hierbei wurde das alte getäfelte Pflaster der Abtei entdeckt. Diese Löcher wurden später mit Mauerwerk umgeben und mit Fallthüren bedeckt, so dasz das Pflaster erhalten und der leichten Besichtigung zugänglich wurde. Als mein Sohn WILLIAM den Ort am 5. Januar 1872 untersuchte, fand er, dasz das Pflaster in den drei Löchern in Tiefen von $6\frac{3}{4}$, 10 und $11\frac{1}{2}$ Zoll unter der umgebenden, mit Rasen bedeckten Oberfläche lag. Der alte Wächter versicherte, dasz er häufig gezwungen sei, Wurmexcrementhaufen von dem Pflaster zu entfernen und dasz er dies schon vor ungefähr sechs Monaten gethan habe. Mein Sohn sammelte sämtliche Excrementmassen aus einem der Löcher, dessen Oberfläche 5,32 Quadratfusz masz; sie wogen 7,97 Unzen. Angenommen, diese Menge sei in sechs Monaten angehäuft worden, so würde die Anhäufung während eines Jahres auf einem Quadrat-Yard 1,68 Pfund betragen, was, obschon eine grosze Menge, doch sehr gering ist verglichen mit dem, was, wie wir gesehen haben, häufig auf Feldern und Angern ausgeworfen wird. Als ich die Abtei am 22. Juni 1877 besuchte, sagte mir der alte Wächter, dasz er die Löcher vor ungefähr einem Monat gereinigt habe; es waren aber ziemlich viel Excremente seitdem wieder ausgeworfen worden. Ich vermuthe, er bildete sich ein, die Pflaster häufiger gekehrt zu haben, als er wirklich gethan hat; denn die Bedingungen waren in mehreren Beziehungen einer Anhäufung einer selbst nur mäsigen Menge von Excrementmassen sehr ungünstig. Die Ziegelplatten sind ziemlich grosz, nämlich ungefähr $5\frac{1}{2}$ Zoll im Geviert, und der Mörtel zwischen ihnen

war an den meisten Stellen noch gesund, so dasz die Würmer nur an gewissen Stellen im Stande waren, Erde von unten her heraufzuschaffen. Die Ziegelplatten lagen auf einer Schicht Cement, und die Excremente bestanden in Folge dieser Umstände zum groszen Theil (nämlich im Verhältniß von 19 zu 33) aus Stückchen von Mörtel, Sandkörnern, kleinen Gesteinsbruchstückchen, Ziegel- oder Plattenstückchen, und derartige Substanzen konnten den Würmern kaum angenehm und sicher nicht nahrhaft sein.

Mein Sohn grub an verschiedenen Stellen innerhalb der früheren Mauern der Abtei Löcher in der Entfernung von mehreren Yards an den oben erwähnten mit Mauerwerk umgebenen viereckigen Löchern. Er fand keine Ziegel, obgleich bekannt ist, dasz sich solche an einigen anderen Stellen finden; an einer Stelle kam er aber auf Cement, auf welchem früher einmal Ziegelplatten gelegen hatten. Die feine Humusschicht unterhalb des Rasens an den Seitenwänden der verschiedenen Löcher variirte in ihrer Mächtigkeit von nur 2 bis $2\frac{3}{4}$ Zoll, und dieselbe lag auf einer Schicht, von $8\frac{3}{4}$ bis über 11 Zoll dick, welche aus Bruchstücken von Mörtel und Steinschutt bestand, dessen Zwischenräume compact mit schwarzem Humus ausgefüllt waren. Auf dem umgebenden Felde, in einer Entfernung von 20 Yards an der Abtei, betrug die Dicke der feinen vegetabilischen Ackererde 11 Zoll.

Aus diesen Thatsachen können wir schlieszen, dasz, als die Abtei zerstört und die Steine entfernt wurden, eine Schicht von Schutt über die ganze Oberfläche ausgebreitet liegen blieb, und dasz die Würmer, sobald sie im Stande waren, den zersetzten Cement zu durchbohren und in die Verbindungen zwischen den Ziegelplatten zu dringen, langsam die Zwischenräume in dem darüberliegenden Schutt mit ihren Excrementen ausfüllten, welche dann später bis zu einer Dicke von nahezu drei Zollen über die ganze Oberfläche hin angehäuft wurden. Wenn wir diesem letzten Betrage noch die Ackererde zwischen den Steinfragmenten hinzurechnen, so müssen wohl einige fünf oder sechs Zoll Ackererde von unterhalb dem Cemente oder Ziegeltafeln heraufgeschafft worden sein. Die Cementlage oder die Ziegelplatten werden folglich bis nahezu in diesem Grade eingesunken sein. Die Basen der Säulen der Chorseiten sind gegenwärtig unter Humus und Rasen begraben. Es ist nicht wahrscheinlich, dasz sie von Würmern unterminirt worden sein könnten, denn ohne Zweifel werden ihre Fundamente in einer beträchtlichen Tiefe gelegt worden sein. Wenn sie nicht eingesunken

sind, so müssen die Steine, aus welchen die Säulen errichtet waren, von unterhalb des früheren Niveaus des Fuszbodens entfernt worden sein.

Chedworth, Gloucestershire. — Die Überreste einer groszen römischen Villa wurden hier im Jahre 1866 auf Grund und Boden entdeckt, welcher seit undenklichen Zeiten mit Wald bedeckt gewesen war. Es scheint auch nicht einmal eine Vermuthung existirt zu haben, dasz antike Bauwerke an diesem Orte vergraben lägen, bis ein Wildwart beim Ausgraben von Kaninchen einige Überreste antraf³. Später wurden aber auch die Gipfel einiger steinerne Mauern, welche ein wenig über die Oberfläche des Bodens vorsprangen, an einzelnen Stellen des Waldes entdeckt. Die meisten der hier gefundenen Münzen gehörten dem Constans (welcher 350 n. Chr. starb) und der Familie des Constantin an. Meine Söhne FRANCIS und WILLIAM besuchten den Ort im November 1877 zu dem Zwecke, um zu ermitteln, welchen Antheil die Regenwürmer beim Eingraben dieser ausgedehnten Baureste gehabt haben dürften. Die Umstände waren aber der Untersuchung dieses Punktes nicht günstig, da die Ruinen auf drei Seiten von verhältnismässig steilen Abhängen umgeben sind, auf welche während Regenwetters Erde hinabgewaschen wird. Überdies sind die meisten der alten Räume mit Dächern bedeckt gewesen, um die elegant getäfelten Fuszboden zu schützen.

Einige wenige Thatsachen mögen indessen über die Dicke der Bodenschicht über dieser Ruine hier mitgetheilt werden. Dicht nach auszen von den nördlichen Zimmern findet sich eine zerbrochene Mauer, deren Gipfel von einer 5 Zoll mächtigen Schicht schwarzer Ackererde bedeckt war; und in einem an der äusseren Seite dieser Mauer, wo der Boden niemals vorher aufgestört worden war, gegrabenen Loche wurde eine Schicht schwarzen Humus voller Steine von 26 Zoll Mächtigkeit auf dem nicht aufgestörten Untergrund an gelbem Thon aufliegen gefunden. In einer Tiefe von 22 Zoll wurde der Kieferknochen eines Schweins und ein Ziegelbruchstück gefunden. Als die Ausgrabungen zuerst angestellt wurden, wuchsen einige grosze Bäume über den Ruinen;

³ Es sind mehrere Beschreibungen dieser Ruinen veröffentlicht worden; die beste ist die von Mr. James Farrer in: *Proc. Soc. of Antiquaires of Scotland*, Vol. VI. P. II. 1867. p. 278. Ebenso: J. W. Glover in: *Journ. of the British Arch. Assoc.* 1866. Professor Buckman hat gleichfalls eine Brochure veröffentlicht: „Notes on the Roman Villa at Chedworth.“ 2. Edit. Cirencester, 1873.

und der Stumpf eines derselben ist direct über einer Scheidewand in der Nähe des Badezimmers stehen gelassen worden, um die Mächtigkeit des darüber liegenden Bodens zu zeigen, welche hier 38 Zoll betrug. In einem kleinen Zimmer, welches, nachdem es ausgeräumt worden war, nicht mit einem Dache versehen worden war, beobachteten meine Söhne die Röhre eines Wurms, welche durch den zerfallenen Steinmörtel durchgieng, und innerhalb desselben wurde ein lebender Wurm gefunden. In einem anderen offenen Zimmer waren Wurmexcremente auf dem Fuszboden zu sehen, über welchen durch diese Umstände etwas Erde abgelagert worden war; und hier wuchs nun Gras.

Brading, Insel Wight. — Eine schöne römische Villa wurde hier im Jahre 1880 entdeckt; und mit Ende October waren nicht weniger als 18 Zimmer mehr oder weniger blozgelegt und aufgeräumt. Es wurde eine vom Jahre 337 n. Chr. datirte Münze gefunden. Mein Sohn WILLIAM besuchte den Ort, ehe die Ausgrabungen vollendet worden waren; er theilt mir mit, dasz die meisten Fuszboden anfangs mit viel Schutt und herabgefallenen Steinen bedeckt waren, deren Zwischenräume vollständig mit Ackererde angefüllt waren; über dieser, welche, wie die Arbeiter angaben, äusserst zahlreiche Würmer enthielt, lag eine Schicht Ackererde ohne irgend welche Steine. Die ganze Masse hatte an den meisten Stellen eine Mächtigkeit von 3 bis über 4 Fusz. In einem sehr groszen Raume war die oben aufliegende Erde nur 2 Fusz 6 Zoll mächtig, und nachdem diese entfernt worden war, wurden so viele Excremente zwischen den Ziegelplatten aufgeworfen, dasz die Fläche beinahe täglich gekehrt werden musste. Die meisten der Fuszboden waren leidlich eben. Die Gipfel der umgebrochenen Mauern waren an einigen Stellen mit nur 4 oder 5 Zoll Erde bedeckt, so dasz sie gelegentlich mit dem Pfluge getroffen worden waren; an anderen Stellen waren sie mit einer Schicht Erde von 13 bis 18 Zoll Dicke bedeckt. Es ist nicht wahrscheinlich, dasz diese Mauern von Regenwürmern unterminirt und dadurch zum Sinken gebracht worden sein können, da sie auf einem Fundament von sehr hartem rothen Sande ruhten, in welchen die Würmer kaum bohren konnten. Indessen fand mein Sohn, dasz der Mörtel zwischen den Steinen der Mauern eines Heerdraumes von vielen Wurmgingen durchbohrt worden war. Die Überreste dieser Villa stehen auf einem Grundstück, welches unter einem Winkel von ungefähr 30° geneigt ist; das Land scheint seit langer Zeit

cultivirt zu sein. Ohne Zweifel ist daher eine beträchtliche Menge feiner Erde von den oberen Theilen des Feldes hinabgewaschen worden und hat in hohem Grade das Begraben dieser Ruine unterstützt.

Silchester, Hampshire. — Die Ruinen dieser kleinen römischen Stadt sind besser erhalten worden als irgend welche andere Überreste dieser Art in England. Eine geborstene Mauer, an den meisten Stellen von 15 bis 18 Fusz Höhe und von einer Ausdehnung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ englischer Meile, umgibt gegenwärtig einen Flächenraum von ungefähr 100 Acres cultivirten Landes, auf welchem eine Meierei und eine Kirche steht⁴. Früher konnten, wenn das Wetter trocken war, die Züge der vergrabenen Mauern nach dem Aussehen des Getreides verfolgt werden; und neuerdings sind vom Herzog von WELLINGTON sehr ausgedehnte Ausgrabungen unter der Oberaufsicht des verstorbenen Mr. J. G. JOYCE angestellt worden, mittelst deren viele grosze Gebäude entdeckt worden sind. Mr. JOYCE machte sorgfältige, colorirte Durchschnittszeichnungen und masz die Mächtigkeit einer jeden Schuttschicht, während die Ausgrabungen im Werke waren; er hatte auch die Freundlichkeit, mir eine Copie von mehreren dieser Zeichnungen zu schicken. Als meine Söhne FRANCIS und HORACE diese Ruinen besuchten, begleitete er dieselben und fügte seine Bemerkungen ihren Aufzeichnungen bei.

Mr. JOYCE schätzt die Zeit, während welcher die Stadt bewohnt gewesen ist, auf ungefähr drei Jahrhunderte; und ohne Zweifel musz während dieser langen Zeit viel Masse innerhalb der Mauern angehäuft worden sein. Sie scheint durch Feuer zerstört worden zu sein, und die meisten zum Aufführen der Gebäude benutzt gewesenen Steine sind seitdem fortgeschafft worden. Diese Umstände sind der Ermittlung des Antheils, welchen die Regenwürmer beim Eingraben der Ruinen gehabt haben, ungünstig; da aber sorgfältige Durchschnitte durch den über einer antiken Stadt liegenden Schutt in England nur selten oder noch niemals vorher gemacht worden sind, so will ich hier Copien der charakteristischsten Theile einiger der von Mr. JOYCE ausgeführten hier mittheilen. Sie haben eine zu bedeutende Länge, um hier ganz eingerückt zu werden.

Ein von Ost nach West gerichteter, 30 Fusz langer Durchschnitt wurde quer durch einen Raum in der Basilica ausgeführt, welche

⁴ Diese Einzelheiten sind aus der „Penny Encyclopaedia“, Artikel Hampshire genommen.

gegenwärtig die „Halle der Kaufleute“ genannt wird (Fig. 9). Der harte, noch immer hier und da mit Ziegeltäfelchen bedeckte Fuszboden aus Steinmörtel wurde in 3 Fusz Tiefe unter der Oberfläche des Feldes, welches hier eben war, gefunden. Auf dem Fuszboden fanden sich zwei grosze Haufen verkohlten Holzes, von denen nur der eine in dem hier mitgetheilten Stück der Durchschnitszeichnung dargestellt ist. Dieser Haufen war von einer dünnen weissen Schicht Stuck oder Gyps bedeckt, über welcher eine Masse lag, welche ein eigenthümliches Ansehen von durcheinander geworfenen zerbrochenen Ziegeln, von Mörtel, Schutt und feinem Kies darbot und im Ganzen eine Dicke von 27 Zoll besasz. Mr. JOYCE meint, der Kies sei zur Bereitung des Mörtels oder

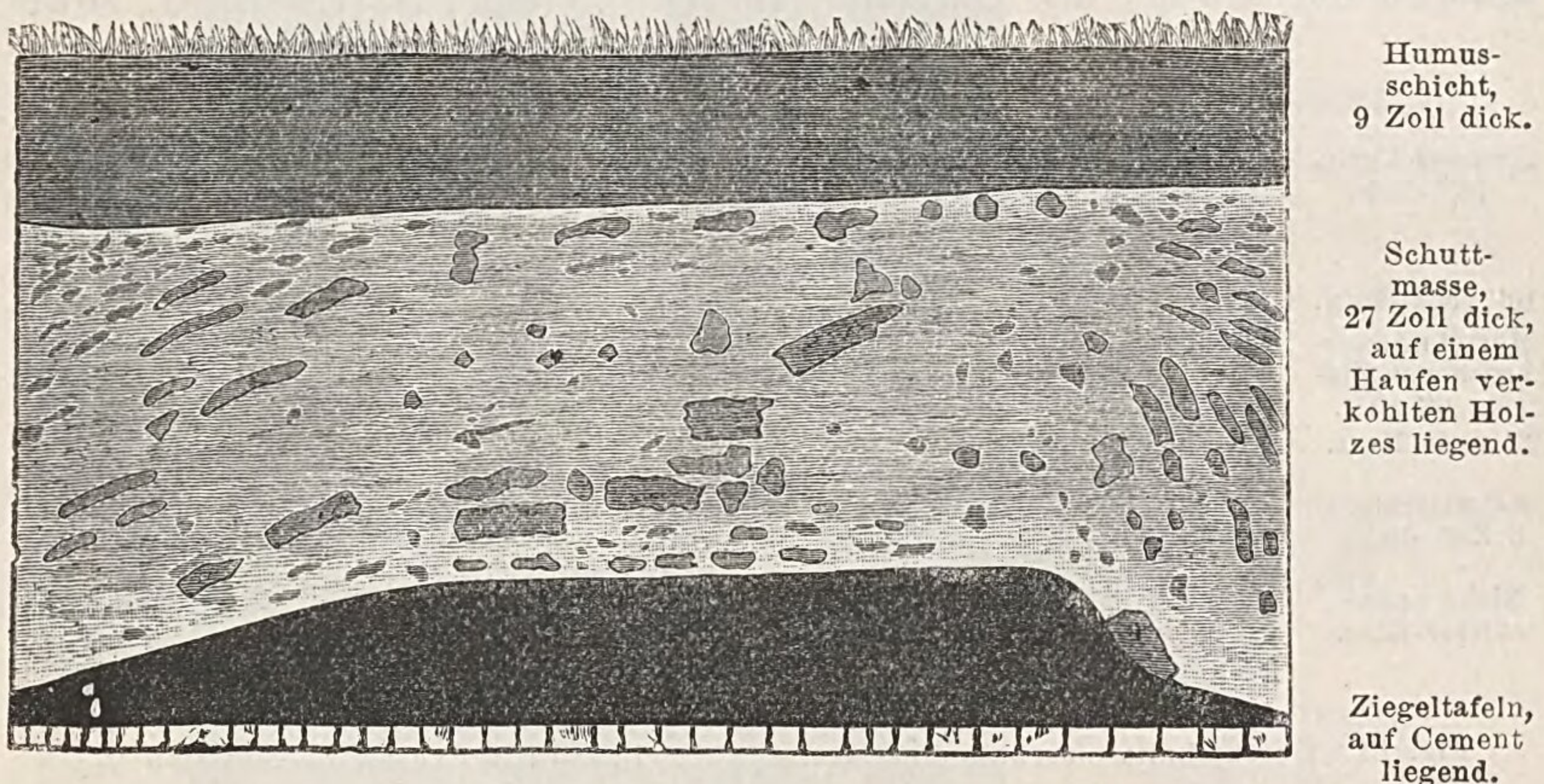


Fig. 9. Durchschnitt innerhalb eines Raumes in der Basilica in Silchester. Maszstab $\frac{1}{18}$.

Cements benutzt worden, welcher seitdem wieder zersetzt ist, da wahrscheinlich etwas von dem Kalke aufgelöst worden ist. Der aufgewühlte Zustand des Schutts dürfte eine Folge davon sein, dasz in ihm nach Bausteinen gesucht worden ist. Diese Schicht war überdeckt von einer Lage feiner vegetabilischer Ackererde von 9 Zoll Mächtigkeit. Aus diesen Thatsachen dürfen wir schlieszen, dasz die Halle niedergebrannt wurde und dasz dabei viel Schutt auf den Fuszboden gefallen war; von diesem und durch denselben wurde dann die, gegenwärtig die Oberfläche des Feldes bildende Ackererde langsam von den Regenwürmern heraufgeschafft.

Ein Durchschnitt quer durch die Mitte einer anderen Halle in der Basilica, von 32 Fusz 6 Zoll Länge, genannt das Oevarium, ist in Fig. 10 dargestellt. Es geht hieraus hervor, dasz wir hier Beweise

für zwei Feuersbrünste haben, welche durch einen Zeitraum von einander getrennt waren, während welches die 6 Zoll „Mörtel und Cement mit zerbrochenen Ziegeln“ angehäuft wurden. Unter einer der Schichten von verkohltem Holze wurde ein werthvolles antikes Stück, ein bronzenener Adler, gefunden; dies weist darauf hin, dasz die Soldaten den Ort in panischem Schrecken verlassen haben müssen. Wegen des Todes des Mr. JOYCE bin ich nicht im Stande gewesen zu ermitteln, unter welcher der zwei Schichten von verkohltem Holze der Adler gefunden worden ist. Die Schuttschicht, welche auf dem nicht aufgestörten Kiesbett liegt, bildete, wie ich vermuthe, ursprünglich den Fuszboden, denn er steht in einem Niveau mit dem des Corridors ausserhalb der Mauern der Halle; der Corridor ist aber in dem Durchschnitt, soweit

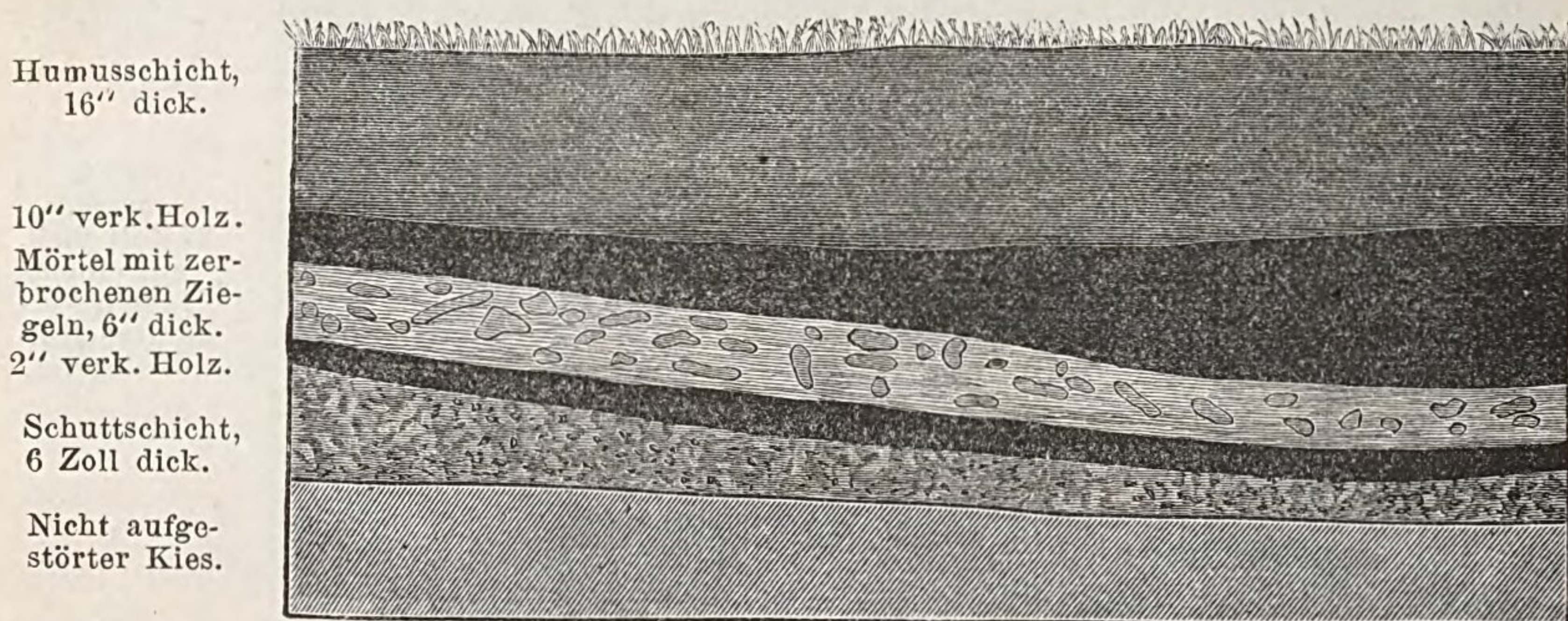


Fig. 10. Durchschnitt innerhalb einer Halle in der Basilica in Silchester. Maszstab $\frac{1}{32}$.

derselbe hier mitgetheilt ist, nicht dargestellt. Die Humusschicht war an der dicksten Stelle 16 Zoll dick, und die Tiefe an der mit Pflanzenwuchs bedeckten Oberfläche des Feldes bis zu dem nicht aufgestörten Kies betrug 40 Zoll.

Der in Fig. 11 mitgetheilte Durchschnitt stellt eine in der Mitte der Stadt ausgeführte Ausgrabung dar und wird hier besonders deshalb eingerückt, weil die Schicht „weicher Ackererde“ nach der Angabe des Mr. JOYCE die ungewöhnliche Mächtigkeit von 20 Zoll erreichte. Kies fand sich in einer Tiefe von 48 Zoll von der Oberfläche; es wurde aber nicht ermittelt, ob sich derselbe hier in seinem natürlichen Zustande vorfand oder ob er hierher gebracht und niedergedrammt worden war, wie es an einigen anderen Stellen der Fall gewesen war.

Der in Fig. 12 wiedergegebene Durchschnitt war in dem Mittelpunkt der Basilica genommen worden, und obgleich er 5 Fusz Tiefe

betrug, so war doch der natürliche Untergrund nicht erreicht worden. Die mit „Cement“ bezeichnete Schicht bildete wahrscheinlich zu einer Zeit den Fuszboden, und die Schichten unter dieser scheinen die Überreste noch älterer Bauwerke zu sein. Die Schicht vegetabilischer Ackererde hatte hier nur eine Mächtigkeit von 9 Zollen. In einigen anderen, hier nicht copirten Durchschnittszeichnungen finden wir gleichfalls Belege dafür, dasz Gebäude über den Ruinen noch älterer errichtet worden sind. In einem Falle fand sich eine Schicht gelben

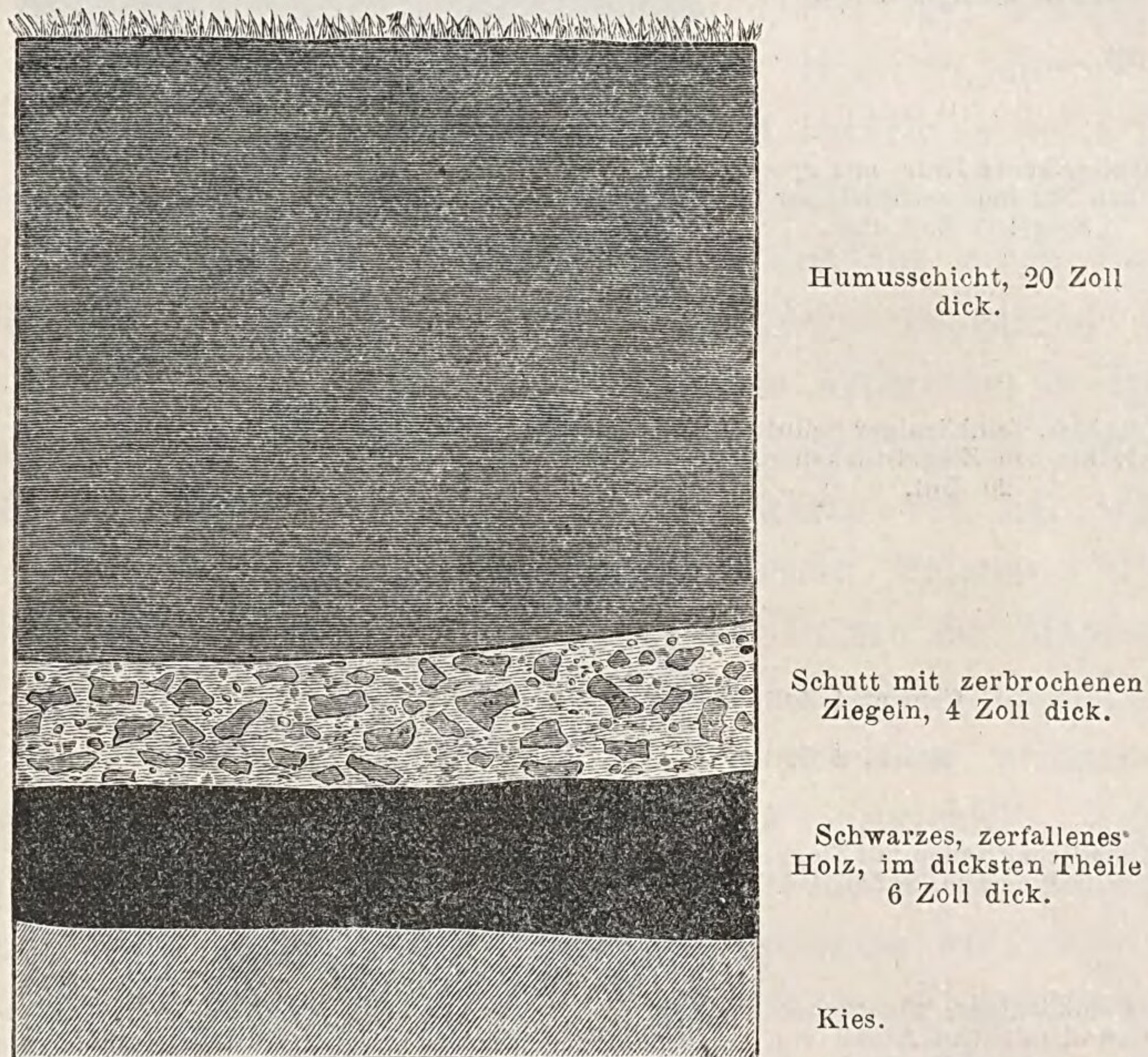


Fig. 11. Durchschnitt innerhalb einer Gebäudemasse in der Mitte der Stadt Silchester.

Thons von sehr ungleicher Dicke zwischen Schuttschichten, von denen die untere auf einem Fuszboden mit Täfelung lag. Die alten zerbrochenen Mauern sehen zuweilen so aus, als seien sie in einer rohen Art und Weise bis zu einem gleichförmigen Niveau niedergelegt worden, um einem temporären Bauwerk als Fundament zu dienen; und Mr. JOYCE sprach die Vermuthung aus, dasz einige dieser Bauwerke mit Hürden umzäunte und mit Thon gepflasterte Schuppen gewesen seien, was das Vorhandensein der oben erwähnten Thonschicht erklären würde.

Wir wollen uns nun zu den Punkten wenden, welche uns hier unmittelbarer interessiren. Wurmexcrementmassen wurden auf den

Fuszboden von mehreren der Räume gefunden, an deren einem die Täfelung ungewöhnlich vollkommen erhalten war. Die Täfelchen bestanden hier aus kleinen Würfeln von hartem Sandstein von ungefähr 1 Zoll, von denen mehrere lose waren oder unbedeutend über das allgemeine Niveau vorsprangen. Unter den sämtlichen losen Täfelchen fanden sich eine oder gelegentlich zwei offene Wurmrohren.

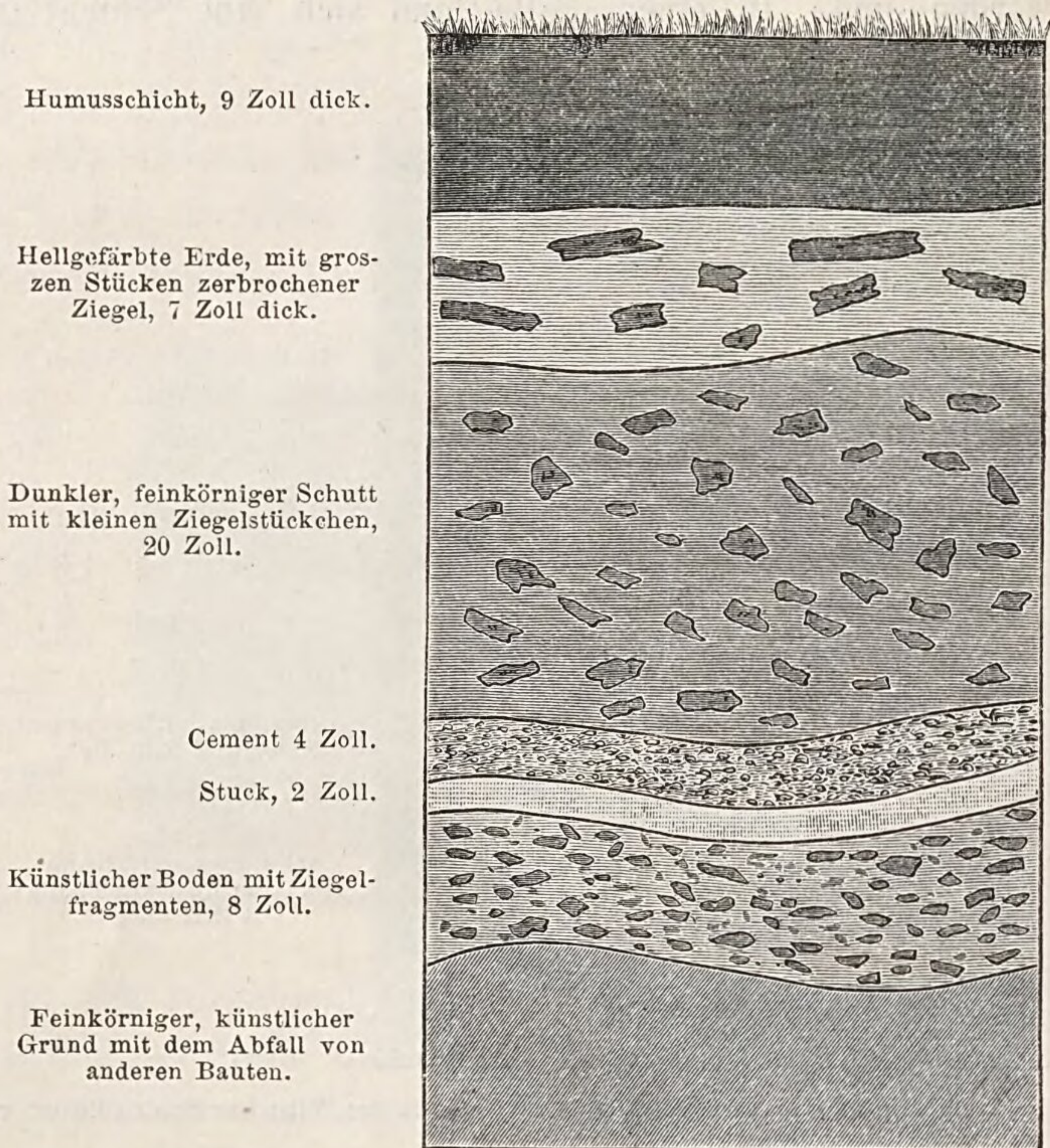


Fig. 12. Durchschnitt im Mittelpunkt der Basilica in Silchester.

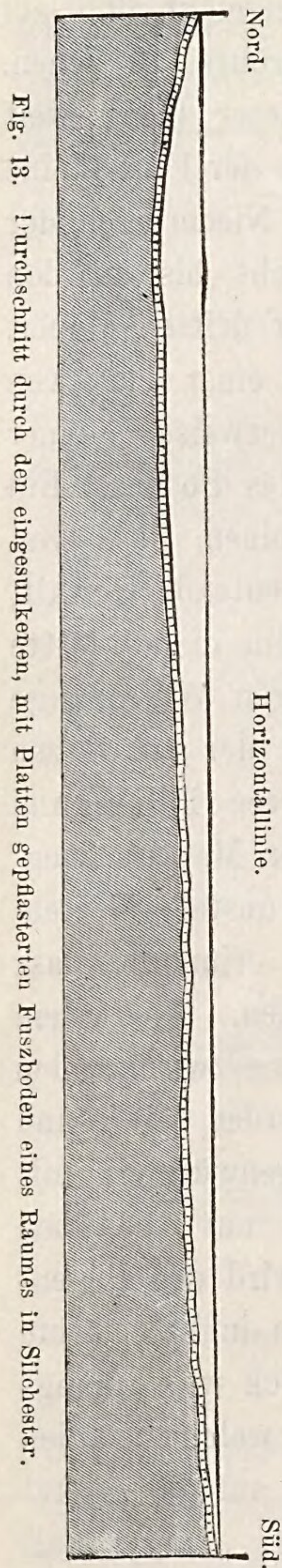
Würmer hatten auch die alten Mauern dieser Ruinen durchbohrt. Es wurde eine Mauer, welche gerade der Ansicht frei gelegt worden war, während damals die Ausgrabungen im Werke waren, genauer untersucht; sie war aus grossen Feuersteinen aufgebaut und hatte eine Dicke von 18 Zoll. Sie erschien wohl erhalten; als aber unter ihr der Boden entfernt wurde, stellte sich heraus, dass der Mörtel so stark zersetzt war, dass die Feuersteine durch ihr eigenes Gewicht auseinander fielen. Hier, in der Mitte der Mauer, in einer Tiefe von 29 Zoll

unter dem alten Fuszboden und $49\frac{1}{2}$ Zoll unter der Oberfläche des Feldes wurde ein lebender Wurm gefunden, auch war der Mörtel von mehreren Röhren durchbohrt.

Eine zweite Mauer wurde zum ersten Male freigelegt und auf ihrem abgebrochenen Gipfel war eine offene Wurmröhre zu sehen. Durch Auseinandernehmen der Feuersteine wurde dieser Gang weit hinab in das Innere der Mauer verfolgt; da aber einige der Feuersteine fest zusammenhiengen, wurde die ganze Masse beim Niederlegen der Mauer durcheinandergeworfen, so dasz der Gang nicht bis auf den Grund verfolgt werden konnte. Die Fundamente einer dritten Mauer, welche ganz wohl erhalten zu sein schienen, lagen in einer Tiefe von 4 Fusz unterhalb eines der Fuszboden und natürlicherweise in einer noch beträchtlich grösseren Tiefe unter dem Niveau des Bodens. Ein groszer Feuerstein wurde aus der Mauer ungefähr einen Fusz von seiner Basis aus herausgearbeitet; dies erforderte bedeutende Gewalt, da der Mörtel gesund war; aber hinter dem Feuerstein in der Mitte der Mauer war der Mörtel zerreiblich, und hier waren Wurmgänge vorhanden. Mr. JOYCE und meine Söhne waren von der schwarzen Farbe des Mörtels in diesem und in mehreren anderen Fällen und über das Vorhandensein von Ackererde im Innern der Mauern überrascht. Etwas davon dürfte von den alten Bauleuten anstatt Mörtels dahin gebracht worden sein; wir müssen uns aber erinnern, dasz Würmer ihre Gänge mit schwarzem Humus auskleiden. Ausserdem werden beinahe mit Sicherheit gelegentlich offene Räume zwischen den groszen unregelmässigen Feuersteinen frei gelassen worden sein; und wir können sicher sein, dasz diese Räume von den Regenwürmern mit ihren Excrementmassen erfüllt worden sind, sobald nur dieselben im Stande waren, die Mauer zu durchbohren. Auch wird das Regenwasser, welches in den Wurmgängen hinabsickert, feine dunkelgefärbte Theilchen in jede kleinste Spalte hinabführen. Mr. JOYCE war anfangs sehr skeptisch in Bezug auf die Grösze der Arbeit, welche ich den Würmern zuschrieb; seine Aufzeichnungen in Bezug auf die zuletzt erwähnte Mauer schlieszt er aber mit der Bemerkung: „Dieser Fall verursachte mir eine grössere Überraschung und überzeugte mich mehr als irgend ein anderer. Ich würde erklärt haben und hatte erklärt, dasz es völlig unmöglich sei, dasz eine derartige Mauer von Regenwürmern hätte durchbohrt werden können.“

In beinahe den sämtlichen Räumen war das Pflaster beträchtlich

eingesunken, besonders nach der Mitte zu; und dies ist in den folgenden Durchschnittszeichnungen dargestellt. Die Messungen wurden so angestellt, dass ein Faden fest und horizontal über den Fuszboden

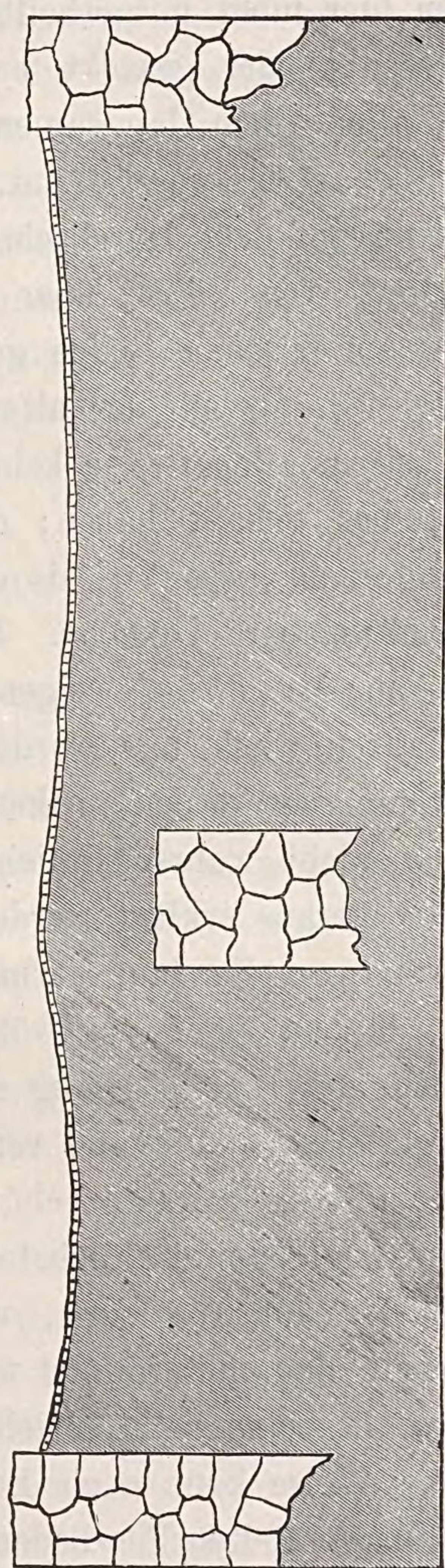
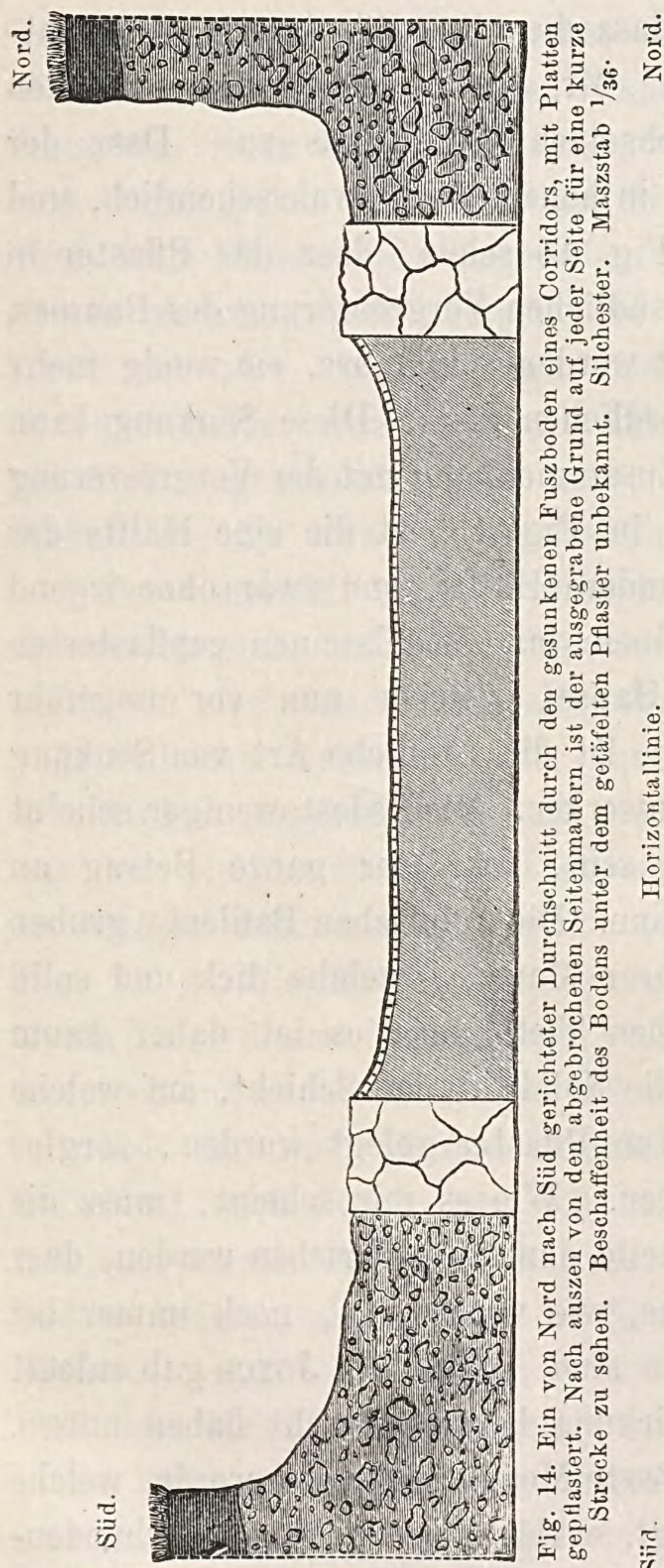


gespannt wurde. Der Durchschnitt, Fig. 13, wurde von Norden nach Süden quer über einen 18 Fusz 4 Zoll in der Länge messenden Raum mit einem nahezu vollkommen erhaltenen Pflaster, zunächst an der „Red Wooden Hut“ gelegen, aufgezeichnet. In der nördlichen Hälfte betrug die Senkung bis $5\frac{3}{4}$ Zoll unter das Niveau des Fuszbodens, wo er jetzt dicht an den Mauern steht; sie war in der nördlichen Hälfte grösser als in der südlichen Hälfte; wie aber Mr. JOYCE angibt, ist das ganze Pflaster offenbar gesunken. An mehreren Stellen sah es so aus, als wären die Pflastertafeln ein wenig von den Mauern fortgezogen, während sie an anderen Stellen noch mit ihnen in Berührung waren.

In Fig. 14 sehen wir einen Durchschnitt quer durch den getäfelten Fuszboden des südlichen Corridors oder Ambulatoriums eines viereckigen Platzes in einer in der Nähe von „The Spring“ ausgeführten Ausgrabung. Der Fuszboden ist 7 Fusz 9 Zoll breit und die abgebrochenen Mauern springen gegenwärtig nur $\frac{3}{4}$ Zoll über sein Niveau vor. Das Feld, welches als Weide gehalten wurde, fiel hier etwas von Nord nach Süden ab, unter einem Winkel von $3^{\circ}40'$. Die Beschaffenheit des Bodens auf jeder Seite des Corridors ist auf dem Durchschnitt dargestellt. Er bestand aus Erde voller Steine und anderen Abfällen und war mit dunkler vegetabilischer Ackererde bedeckt, welche auf der unteren oder südlichen Seite eine dickere Schicht bildete, als auf der nördlichen Seite. Das Pflaster war Linien entlang, welche mit den südlichen Mauern parallel liefen, nahezu eben, war aber in der Mitte nicht weniger als $7\frac{3}{4}$ Zoll eingesunken.

Ein kleiner Raum in keiner grossen Entfernung von dem in Fig. 13 dargestellten, war von dem römischen Bewohner auf der südlichen Seite durch Hinzufügung von 5 Fusz 4 Zoll zu seiner Breite ver-

gröszert worden. Zu diesem Zwecke war die südliche Mauer des Hauses niedgerissen worden; aber die Fundamente der alten Mauer waren in einer geringen Tiefe unterhalb des getäfelten Fuszbodens des vergrößerten Raumes liegen gelassen worden. Mr. JOYCE war der An-



sicht, dasz diese vergrabene Mauer vor der Regierung Claudius II., welcher 270 n. Chr. starb, errichtet worden sein musz. Wir sehen in dem vorstehenden Durchschnitt, Fig. 15, dasz der getäfelte Fuszboden oberhalb der vergrabenen Mauer in einem geringeren Grade eingesunken

ist, als anderswo, so dasz sich eine unbedeutende Convexität oder Erhöhung in einer geraden Linie quer durch den Raum hin erstreckte. Dies gab die Veranlassung dazu, dasz ein Loch gegraben wurde, und dadurch wurde die eingegrabene Mauer entdeckt.

Wir sehen aus diesen drei Durchschnitten, wie in mehreren anderen hier nicht mitgetheilten, dasz die alten Pflaster sich beträchtlich gesenkt oder gesackt haben. Mr. JOYCE schrieb dieses Sinken früher allein dem langsamen Sichsetzen des Bodens zu. Dasz der Boden sich etwas gesetzt hat, ist in hohem Grade wahrscheinlich, und man kann auf dem Durchschnitt Fig. 15 sehen, dasz das Pflaster in einer Breite von 5 Fusz über der südlichen Vergrößerung des Raumes, welches auf frischem Boden gebaut worden sein musz, ein wenig mehr gesunken ist, als auf der alten nördlichen Seite. Diese Senkung kann aber auch möglicherweise keinen Zusammenhang mit der Vergrößerung des Raumes gehabt haben; denn in Fig. 13 ist die eine Hälfte der Täfelung mehr gesunken als die andere Hälfte, und zwar ohne irgend eine nachweisbare Ursache. In einem mit Ziegelsteinen gepflasterten Gange an Mr. JOYCE's eigenem Hause, welcher nun vor ungefähr sechs Jahren gepflastert worden ist, ist die nämliche Art von Senkung eingetreten, wie in den antiken Bauwerken. Nichtsdestoweniger scheint es doch nicht wahrscheinlich zu sein, dasz der ganze Betrag an Senkung hieraus erklärt werden kann. Die römischen Bauleute gruben den Grund zur Fundamentirung ihrer Mauern, welche dick und solid waren, bis zu einer ungewöhnlichen Tiefe aus; es ist daher kaum glaublich, dasz sie in Bezug auf die Solidität der Schicht, auf welche ihre getäfelten und häufig verzierten Pflaster gelegt wurden, sorglos oder nachlässig gewesen sein sollten. Wie es mir scheint, musz die Senkung zum hauptsächlichsten Theile dem zugeschrieben werden, dasz die Pflaster von Würmern, welche, wie wir wissen, noch immer bei der Arbeit sind, unterminirt worden sind. Selbst Mr. JOYCE gab zuletzt zu, dasz dies eine beträchtliche Wirkung hervorgebracht haben müsse. In dieser Weise kann auch die gröszte Menge feiner Ackererde, welche über dem getäfelten Fuszboden liegt, erklärt werden, deren Vorhandensein im anderen Falle unerklärlich sein würde. Meine Söhne machten die Bemerkung, dasz in einem Raume, in welchem die Pflasterung sich nur sehr wenig gesenkt hatte, eine ungewöhnlich geringe Menge von Ackererde darüberliege.

Da die Fundamente der Mauern meistens in einer beträchtlichen

Tiefe liegen, so werden sie entweder gar nicht in Folge der unterminirenden Thätigkeit der Würmer gesunken sein, oder sie werden sich viel weniger als der Fuszboden gesenkt haben. Dies letztere Resultat würde die Folge davon sein, dasz Würmer nicht häufig tief hinab unter die Fundamente arbeiten, aber ganz besonders noch davon, dasz die Mauern nicht nachgeben oder zusammenfallen, wenn sie von Würmern durchbohrt werden, während die hintereinander gebohrten Gänge in einer Masse von Erde, welche einer der Mauern an Tiefe und Dicke gleich käme, seit der Zeit, wo die Ruinen verlassen worden sind, viele Male zusammengefallen wären und die Erde selbst in Folge dessen zusammengeschrumpft oder gesunken wäre. Da die Mauern nicht viel oder überhaupt gar nicht gesunken sein können, so wird das unmittelbar daran stossende Pflaster, weil es an ihnen fest anhieng, am Sinken gehindert worden sein; und hiernach ist die gegenwärtige Krümmung des Pflasters verständlich.

Der Umstand, welcher mich in Bezug auf Silchester am meisten überrascht hat, ist, dasz während der vielen Jahrhunderte, welche verflossen sind, seitdem die alten Bauwerke verlassen worden sind, die vegetabilische Ackererde über ihnen sich nicht zu einer grösseren Mächtigkeit angehäuft hat, als sie gegenwärtig hier beobachtet wird. An den meisten Stellen hat sie nur eine Dicke von ungefähr 9 Zoll, an einigen Plätzen aber von 12 oder selbst noch mehr Zollen. In Fig. 11 ist die Mächtigkeit dieser Schicht zu 20 Zoll angegeben; es wurde aber dieser Durchschnitt von Mr. JOYCE gezeichnet, ehe seine Aufmerksamkeit besonders auf diesen Punkt gelenkt worden war. Das innerhalb der alten Mauern eingefaszte Land wird beschrieben als unbedeutend nach Süden hin sich senkend; es sind aber Stellen vorhanden, welche nach der Angabe von Mr. JOYCE nahezu eben sind, und es scheint, als sei hier die Schicht Humus dicker als an anderen Stellen. An anderen Stellen fällt die Oberfläche sanft von West nach Ost, und Mr. JOYCE beschreibt einen Fuszboden, welcher am westlichen Ende mit Schutt und Ackererde bis zu einer Dicke von $28\frac{1}{2}$ Zoll und am östlichen Ende bis zu einer Dicke von $11\frac{1}{2}$ Zoll bedeckt war. Eine sehr geringe Neigung reicht hin es zu verursachen, dasz frisch ausgeworfene Excremente während heftigen Regens nach unten gewaschen werden, und in dieser Weise wird viel Erde schliesslich die benachbarten Rillen und Bäche erreichen und fortgeführt werden. Durch Berücksichtigung dieser Momente wird, wie ich meine, das Fehlen

sehr dicker Schichten von Humus über diesen antiken Ruinen zu erklären sein. Auszerdem ist der grösste Theil des Landes hier seit langer Zeit gepflügt worden, und dies dürfte das Fortwaschen der feineren Erde während des Regenwetters bedeutend unterstützen.

Die Natur der Schichten unmittelbar unterhalb der Ackererde in einigen dieser Durchschnitte ist ziemlich verwirrend. Wir sehen beispielsweise in dem Durchschnitt einer Ausgrabung in einer Wiese (Fig. 14), welche von Norden nach Süden hin unter einer Neigung von $3^{\circ} 40'$ abfiel, dasz die Ackererde an der oberen Seite eine Schicht von nur 6 Zoll Dicke und an der unteren Seite eine Schicht von 9 Zoll Dicke bildet. Diese Humusschicht liegt aber auf einer Masse (auf der oberen Seite von $25\frac{1}{2}$ Zoll Mächtigkeit) von „dunkelbrauner Ackererde“, wie es Mr. JOYCE beschreibt, „dicht untermischt mit kleinen Geschiebsteinen und Ziegelstückchen, welche ein „corrodirtes oder abgeriebenes Ansehen darbieten“. Der Zustand dieser dunkelgefärbten Erde ist dem eines Feldes gleich, welches lange gepflügt worden ist; denn es wird die Erde dadurch mit Steinen und Bruchstücken aller Arten untermengt, welche dem Wetter bedeutend ausgesetzt gewesen sind. Wenn während des Verlaufs vieler Jahrhunderte diese Wiese und die anderen gegenwärtig cultivirten Felder zu einzelnen Zeiten gepflügt, zu anderen Zeiten als Weideland liegen gelassen worden sind, dann wird die Natur des Bodens in dem oben erwähnten Durchschnitt verständlich. Denn Würmer werden beständig feine Erde von unterhalb heraufgeschafft haben, welche von dem Pfluge aufgerührt worden sein wird, so oft nur immer das Land cultivirt wurde. Nach einer gewissen Zeit wird aber eine Schicht feiner Erde von einer grösseren Dicke aufgehäuft worden sein, als vom Pflug durchfurcht werden konnte; es wird sich daher dann eine Schicht gleich der $25\frac{1}{2}$ Zoll dicken Masse in Fig. 14 unterhalb der oberflächlichen Ackererde gebildet haben, welche letztere innerhalb neuerer Zeit von den Regenwürmern an die Oberfläche gebracht und ordentlich durchgesiebt worden sein wird.

Wroxeter, Shropshire. — Die alte römische Stadt Uriconium wurde in den ersten Jahren des zweiten Jahrhunderts, wenn nicht schon vor dieser Zeit, gegründet; nach der Angabe von Mr. WRIGHT wurde sie wahrscheinlich zwischen der Mitte des vierten und fünften Jahrhunderts zerstört. Die Einwohner wurden niedergemetzelt, und Frauenskelette sind in den Heerdräumen (den Hypocausten) gefunden worden.

Vor dem Jahre 1859 war der einzige Überrest der Stadt über der Erde ein Stück einer massiven Mauer von ungefähr 20 Fusz Höhe. Das rings herum liegende Land ist unbedeutend wellenförmig und hat schon lange in Cultur gestanden. Man hat die Beobachtung gemacht, dasz das Korn auf gewissen schmalen Zügen frühzeitig oder vorschnell reif wird, und dasz der Schnee an manchen Stellen ohne zu schmelzen länger liegen bleibt, als an anderen. Diese Erscheinungen führten, wie mir mitgetheilt wurde, dazu, dasz umfassende Ausgrabungen unternommen wurden. Die Fundamente vieler groszer Gebäude und mehrerer Strassen sind dadurch frei gelegt worden. Der innerhalb der alten Mauern enthaltene Raum ist ein unregelmässiges Oval von ungefähr $1\frac{3}{4}$ Meilen Länge. Viele von den bei Aufführung der Gebäude benutzten Steine oder Ziegel müssen fortgeschafft worden sein; aber die Hypocausten, Bäder und andere unterirdische Baulichkeiten wurden in einem erträglich vollkommenen Zustande gefunden, indem sie mit Steinen, zerbrochenen Ziegeln, Schutt und Erde angefüllt worden waren. Die alten Fuszboden verschiedener Räumlichkeiten waren mit Schutt bedeckt. Da mir viel daran lag, zu erfahren, wie dick die Decke von Ackererde und Schutt war, welche so lange Zeit diese Ruinen bedeckt hatten, so wandte ich mich an Dr. H. JOHNSON, welcher die Oberaufsicht über die Ausgrabungen gehabt hatte; mit der grössten Liebenswürdigkeit besuchte er zweimal den Ort, um ihn in Beziehung auf meine Fragen zu untersuchen und liesz noch viele Gräben auf vier Feldern graben, welche bis dahin ungestört geblieben waren. Die Resultate seiner Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle mitgetheilt. Er schickte mir auch Proben der Ackererde und beantwortete, soweit es ihm möglich war, meine sämmtlichen Fragen.

Messungen der auf den römischen Ruinen in Wroxeter liegenden Schicht von Ackererde, angestellt von
Dr. H. JOHNSON.

Gräben in einem „Old Works“ genannten Felde gegraben.

Dicke der Humusschicht
in Zollen

- | | |
|--|----|
| 1. In einer Tiefe von 36 Zoll wurde der nicht aufgestörte Sand erreicht. | 20 |
| 2. In einer Tiefe von 33 Zoll wurde Cement erreicht . | 21 |
| 3. » » » » 9 Zoll wurde Cement erreicht . | 9 |

Gräben in einem „Shop Leasows“ genannten Felde gegraben;

dies ist das höchst gelegene Feld innerhalb der alten Mauern und fällt von einem nicht ganz im Mittelpunkte gelegenen Punkte nach allen Seiten unter einem Winkel von ungefähr 2° .

	Dicke der Humusschicht in Zollen
4. Gipfel des Feldes, Graben 45 Zoll tief	40
5. Dicht am Gipfel des Feldes, Graben 36 Zoll tief . . .	26
6. » » » » » » 28 Zoll tief	28
7. In der Nähe des Gipfels des Feldes, Graben 36 Zoll tief	24
8. » » » » » » Graben an einem Ende 39 Zoll tief; die Humusschicht gieng hier all- mählich in den darunterliegenden Sand aus, ihre Dicke ist etwas arbiträr angenommen. Am anderen Ende des Grabens wurde in der Tiefe von nur 7 Zoll eine Strasze angetroffen, und hier war die Humusschicht nur 7 Zoll dick	24
9. Graben dicht am letzterwähnten, 28 Zoll tief	15
10. Unterer Theil desselben Feldes, Graben 30 Zoll tief .	15
11. » » » » Graben 31 Zoll tief	17
12. Unterer Theil desselben Feldes, Graben 36 Zoll tief, in welcher Tiefe der unberührte Sand erreicht wurde	28
13. In einem anderen Theil desselben Feldes, Graben $9\frac{1}{2}$ Zoll tief, auf Cement stoszend	$9\frac{1}{2}$
14. In einem anderen Theil desselben Feldes, Graben 9 Zoll tief, auf Cement stoszend	9
15. In einem anderen Theil desselben Feldes, Graben 24 Zoll tief, wo Sand erreicht wurde	16
16. In einem anderen Theil desselben Feldes, Graben 30 Zoll tief, wo Steine erreicht wurden; an einem Ende des Grabens war die Humusschicht 12 Zoll, am anderen Ende 14 Zoll dick	13

Kleines Feld zwischen „Old Works“ und „Shop Leasows“, ich glaube nahezu ebenso hoch wie der obere Theil des letztgenannten Feldes.

	Dicke der Humusschicht in Zollen
17. Graben 26 Zoll tief	24
18. » 10 Zoll tief, wo man auf eine Strasze stiesz .	10
19. » 34 Zoll tief	30
20. » 31 Zoll tief	31

Feld auf der westlichen Seite des innerhalb der alten Mauern umschlossenen Raumes.

	Dicke der Humusschicht in Zollen
21. Graben 28 Zoll tief, wo unaufgerührter Sand erreicht wurde	16

	Dicke der Humusschicht in Zollen
22. Graben 29 Zoll tief, wo unaufgerührter Sand erreicht wurde	15
23. Graben 14 Zoll tief, wo man auf ein Bauwerk stiesz	14

Dr. JOHNSON unterschied mit der Bezeichnung „Ackererde“ diejenige Erde, welche mehr oder weniger plötzlich durch ihre dunkle Färbung und ihre Textur von dem darunter liegenden Sand oder Schutt abwich. In den mir geschickten Proben war diese Ackererde derjenigen ähnlich, welche auf altem Weideland unmittelbar unter dem Rasen liegt, ausgenommen, dasz sie häufig kleine Steine enthielt, zu grosz um durch die Körper der Regenwürmer durchgehen zu können. Die oben beschriebenen Gräben waren aber auf Feldern gegraben, von denen keines als Weide liegen gelassen war, sondern welche sämmtlich lange unter Cultur waren. Wenn wir uns der in Bezug auf Silchester gemachten Bemerkungen über die Wirkungen lange fortdauernder Cultur in Verbindung mit der Thätigkeit der Regenwürmer, die feineren Theilchen auf die Oberfläche zu bringen, erinnern, so scheint die Ackererde, wie sie Dr. JOHNSON so bezeichnet hat, diesen Namen ziemlich gut zu verdienen. Ihre Mächtigkeit betrug da, wo keine Strasse, kein Fuszboden oder keine Mauer darunter war, mehr als irgendwo anders beobachtet worden ist, nämlich an vielen Stellen über 2 Fusz und an einer Stelle über 3 Fusz. Die Ackererde war am dicksten auf und dicht an dem nahezu ebenen Gipfel des „Shop Leasows“ genannten Feldes und auf einem kleinen daran stoszenden Felde, welches wie ich meine, von nahezu derselben Höhe war. Eine Seite des erstgenannten Feldes neigte sich unter einem Winkel von etwas mehr als 2° , und ich würde erwartet haben, dasz die Humusschicht, weil sie während starken Regens hinabgewaschen sein würde, auf dem unteren Theil dicker sein würde als auf dem oberen; aber in zwei Gräben unter den drei hier gegrabenen war dies nicht der Fall.

An vielen Stellen, wo Strassen darunter hin liefen oder wo alte Gebäude standen, hatte die Humusschicht eine Mächtigkeit von nur 8 Zoll, und Dr. JOHNSON war von dem Umstande überrascht, dasz beim Pflügen des Landes die Ruinen niemals, so viel er gehört hatte, vom Pfluge getroffen worden waren. Er meint, dasz, als das Land zuerst cultivirt wurde, die alten Mauern vielleicht unabsichtlich niedergerissen und dasz hohle Stellen damit ausgefüllt wurden. Dies mag

wohl der Fall gewesen sein; wenn aber nach dem Verlassen der Stadt das Land viele Jahrhunderte lang uncultivirt liegen gelassen wurde, so würden Regenwürmer hinreichend viele feine Erde heraufgeschafft haben, um die Ruinen vollständig zu bedecken, das heisst wenn sie sich gesenkt haben, weil sie unterminirt worden waren. Die Fundamente einiger der Mauern, beispielsweise diejenigen des Mauertheils, welcher noch gegenwärtig 20 Fusz über der Oberfläche hoch ist, und diejenigen des Marktplatzes liegen in der auszerordentlichen Tiefe von 14 Fusz; es ist aber in hohem Grade unwahrscheinlich, dasz die Fundamente allgemein so tief waren. Der bei den Bauten verwandte Mörtel musz ausgezeichnet gewesen sein, denn er ist noch jetzt stellenweise äuszerst hart. Wo nur immer Mauern irgend welcher Höhe der Betrachtung bloss gelegt sind, da sind sie, wie Dr. JOHNSON meint, noch immer senkrecht. Die Mauern mit solch tiefen Fundamenten können nicht von Regenwürmern unterminirt worden sein, wie es doch augenscheinlich in Abinger und Silchester eingetreten ist. Dasz sie nun gegenwärtig vollständig mit Erde bedeckt sind, ist sehr schwer zu erklären; wie viel aber von der auf ihnen liegenden Decke aus vegetabilischer Ackererde und wie viel aus Schutt besteht, weisz ich nicht. Der Marktplatz, dessen Fundamente in einer Tiefe von 14 Fusz liegen, war, wie Dr. JOHNSON meint, von einer Schicht Erde von zwischen 6 und 24 Zoll bedeckt. Die Gipfel der niedergebrochenen Mauern eines Caldarium oder Baderaumes, welche 9 Fusz tief waren, waren gleichfalls mit nahezu 2 Fusz Erde bedeckt. Der Gipfel eines in eine Aschengrube von 7 Fusz Tiefe führenden Bogens war mit nicht mehr als 8 Zoll Erde bedeckt. Wo nur immer ein Bauwerk, welches nicht eingesunken ist, mit Erde bedeckt ist, müssen wir entweder annehmen, dasz die oberen Steinlagen zu irgend einer Zeit einmal von den Menschen weggeschafft worden sind, oder dasz seit der Zeit Erde von dem daranstosenden Lande während heftiger Regen herabgewaschen oder während starker Stürme herabgeweht worden ist; dies dürfte besonders gern da eintreten, wo das Land schon lange cultivirt worden ist. In den oben angeführten Fällen ist das anstosende Land etwas höher als die drei speciell bezeichneten Grundstücke, soweit ich es nach Karten und nach den mir von Dr. JOHNSON gegebenen Mittheilungen beurtheilen kann. Wenn indessen ein groszer Haufen zerbrochener Steine, Mörtel, Gyps, Bauholz und Asche über die Reste irgend eines Bauwerks gefallen sind, so würde dessen Zerfall im Verlaufe der Zeit

und die durchsiebende Arbeit der Würmer schliesslich das Ganze unter feiner Erde verbergen.

Schlussz. — Die in diesem Capitel angeführten Fälle zeigen, dass die Regenwürmer beim Begraben und Verbergen mehrerer römischen und anderer alten Bauwerke in England eine ansehnliche Rolle gespielt haben; ohne Zweifel haben aber das Herabwaschen von Erde von den benachbarten höheren Grundstücken und die Ablagerung von Staub bei der Arbeit des Verbergens bedeutend geholfen. Staub wird sich gern da anhäufen, wo nur immer alte niedergebrochene Mauern ein wenig über die da gerade existirende Oberfläche vorgesprungen sind und damit einen Schutz dargeboten haben. Die Fussboden der alten Räume, Hallen und Gänge sind meistens gesunken, zum Theil in Folge des Sichsetzen des Bodens, aber hauptsächlich weil sie von Regenwürmern unterminirt wurden; dieses Einsinken ist gewöhnlich in der Mitte beträchtlicher gewesen als in der Nähe der Mauern. Die Mauern selbst sind, wo nur ihre Fundamente nicht in einer sehr grossen Tiefe liegen, von Würmern durchbohrt und unterminirt worden. Das hierdurch verursachte ungleiche Sinken erklärt wahrscheinlich die grossen Sprünge, welche in vielen alten Mauern zu sehen sind, ebenso wie ihre Neigung aus der Senkrechten.

Fünftes Capitel.

Die Thätigkeit der Würmer bei der Abtragung des Landes.

Beweise für die Grösze der Abtragung, welche das Land erlitten hat. — Abtragung des der Luft ausgesetzten Landes. — Ablagerung von Staub. — Der Humus, seine dunkle Farbe und sein feines Gefüge zum groszen Theil Folge der Thätigkeit der Würmer. — Die Zersetzung der Gesteine durch Humussäuren. — Ähnliche Säuren augenscheinlich innerhalb der Körper der Würmer erzeugt. — Die Wirkung dieser Säuren durch die beständige Bewegung der Erdtheilchen erleichtert. — Eine dicke Schicht von Humus hält die Zersetzung des darunter liegenden Bodens und der Gesteine auf. — Stückchen von Steinen in den Muskelmägen der Würmer abgerieben oder zerkleinert. — Verschluckte Steine dienen als Mühlsteine. — Der geglättete Zustand der Excremente. — Bruchstücke von Ziegeln in den Excrementen über alten Bauwerken gut abgerundet. — Die zerkleinernde Kraft der Würmer von einem geologischen Standpunkt aus nicht ganz unbedeutend.

Niemand zweifelt daran, dasz unsere Erde früher einmal aus crystallinischen Gesteinen bestand und dasz wir unsere Sedimentär-Formationen der Zersetzung derselben durch die Einwirkung der Luft, des Wassers, der Temperaturveränderungen, der Flüsse, der Meereswellen, der Erdbeben und vulcanischen Ausbrüche verdanken. Dieselben sind dann, nachdem sie fest geworden und zuweilen wieder crystallisirt waren, häufig wiederum zersetzt worden. Denudation oder Entblöszung oder Abtragung bedeutet die Entfernung solcher zersetzter Substanz auf ein niedrigeres Niveau. Von den vielen auffallenden Resultaten, die wir den modernen Fortschritten der Geologie verdanken, sind kaum irgendwelche so auffallend wie diejenigen, welche sich auf die Denudation beziehen. Man sah schon vor langer Zeit ein, dasz eine Abtragung in ungeheurem Masze stattgefunden haben musz; aber solange die auf einander folgenden Formationen nicht sorgfältig in Karten eingetragen und gemessen worden waren, konnte Niemand vollständig realisiren, wie grosz der Betrag eigentlich war.

Eine der ersten und merkwürdigsten Abhandlungen, die je über den Gegenstand veröffentlicht worden sind, war die von RAMSAY¹, welcher im Jahre 1846 nachwies, dasz in Wales von 9000 bis 11,000 Fusz dicke Masse soliden Gesteins über grosze Landstrecken hin entfernt worden sind. Vielleicht den deutlichsten Beweis von groszer Abtragung bieten die Faults oder Verwerfungen dar, welche sich viele Meilen weit quer über gewisse Bezirke hin erstrecken und an welchen die Schichten auf der einen Seite sich selbst bis zu zehntausend Fusz über die entsprechenden Schichten auf der entgegengesetzten Seite erhoben hatten, während doch keine Spur dieser riesenhaften Lagenveränderung an der Oberfläche des Landes mehr sichtbar ist. Eine grosze Masse von Gestein ist auf der einen Seite niedergeebnet worden, ohne dasz auch nur ein Rest geblieben wäre.

Bis auf die letzten zwanzig oder dreissig Jahre glaubten die meisten Geologen, dasz die Meereswellen die bei der Arbeit der Abtragung hauptsächlichsten Kräfte wären; wir können uns aber überzeugt halten, dasz Luft und Regen, unterstützt von Strömen und Flüssen, viel wirksamere Kräfte sind, d. h. wenn wir die ganze Fläche des Landes in Betracht ziehen. Die langen Böschungslinien, welche sich quer durch verschiedene Theile von England durchziehen, wurden früher ganz unbezweifelt für alte Küstenlinien gehalten; wir wissen aber jetzt, dasz sie nur deshalb über die allgemeine Fläche emporragen, weil sie der Luft, dem Regen und dem Froste besser widerstanden haben, als die danebenliegenden Formationen. Es ist selten einem Geologen das Glück widerfahren, seine Mitarbeiter durch eine einzige Abhandlung über einen strittigen Punkt wissenschaftlich zu überzeugen; aber Mr. WHITAKER, von der geologischen Landesaufnahme in England, war so glücklich, als er im Jahre 1867 seinen Aufsatz veröffentlichte: „On sub-aerial Denudation and on Cliffs and Escarpments of the Chalk“². Ehe dieser Aufsatz erschienen war, hatte Mr. A. TYLOR sehr wichtige Belege für die an der Luft vor sich gehende Abtragung beigebracht, indem er zeigte, dasz die Menge der von Flüssen herabgeführten Masse unfehlbar das Niveau ihrer Entwässerungsbecken in

¹ On the denudation of South Wales etc. in: Memoirs of the Geolog. Survey of Great Britain, Vol. 1. 1846. p. 297.

² Geological Magazine, Oct. and Novbr., 1867. Vol. 4. p. 447 und 483. Zahlreiche sich auf den Gegenstand beziehende Verweisungen sind in dem merkwürdigen Aufsatz mitgetheilt.

keinem gar zu groszen Zeitraume um viele Fusze erniedrigen müsse. Diese Beweisführung ist in der interessantesten Weise von ARCHIBALD GEIKIE, CROLL und Anderen in einer Reihe schätzbarer Abhandlungen fortgeführt worden³. Im Interesse derjenigen, welche diesem Gegenstande nie Aufmerksamkeit geschenkt haben, soll hier ein einziges Beispiel aufgeführt werden, nämlich das des Mississippi, welcher deshalb gewählt wird, weil die Menge des von diesem groszen Flusz hinabgeführten Sediments auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten mit besonderer Sorgfalt untersucht worden ist. Das Resultat ist, wie Mr. CROLL zeigt, dasz das mittlere Niveau seines enormen Entwässerungsgebiets jährlich um $\frac{1}{4566}$ Fusz erniedrigt werden musz, oder um einen Fusz in 4566 Jahren. Nimmt man nun die beste Schätzung der mittleren Höhe des nordamerikanischen Festlandes, nämlich 748 Fusz, und wirft einen Blick in die Zukunft, so wird das ganze grosze Mississippibecken „in weniger als 4,500,000 Jahren hinweggewaschen und auf das Meeresniveau heruntergebracht worden sein, „wenn keine Erhebung des Landes stattfindet“. Manche Flüsse führen im Verhältniss zu ihrer Grösze viel mehr Sediment herab und manche viel weniger als der Mississippi.

Zerkleinerte Massen werden vom Wind ebensogut wie von fließendem Wasser fortgeschafft. Während vulcanischer Ausbrüche wird viel Gestein zerkleinert und wird dadurch weit verbreitet; und in allen trockenen Ländern spielt der Wind bei der Entfernung derartiger Massen eine bedeutungsvolle Rolle. Vom Winde fortgetriebener Sand reibt auch die härtesten Gesteine nieder. Ich habe gezeigt⁴, dasz während vier Monaten des Jahres eine grosze Menge Staub von den nordwestlichen Ufern Africa's durch den Wind fortgeweht wird und

³ A. Tylor, On Changes of the Sea-level etc., in: Philosoph. Magazine, 4. Ser. Vol. 5. 1853. p. 258. Archibald Geikie in: Transactions of the Geolog. Soc. Glasgow, Vol. 3. p. 153 (gelesen im März 1868). Croll, On Geological Time, in: Philosoph. Magaz., May, Aug. and Novbr. 1868. s. auch Croll, Climate and Time, 1875. Chapt. XX. In Bezug auf neuere Mittheilungen über die Menge des von Flüssen herabgebrachten Sediments s. Nature, Vol. 22. p. 486. Mr. T. Mellard Reade hat einige interessante Artikel über die erstaunliche Menge von Substanzen veröffentlicht, welche von Flüssen in Lösung herabgeführt wird. s. Address Geolog. Soc. Liverpool, 1876—77.

⁴ Beschreibung des feinen Staubes, welcher oft auf Schiffe im Atlantischen Ocean fällt. in: Proc. Geolog. Soc. London, June 4, 1845. (Quart. Journ. Geol. Soc. London, Vol. 2. 1846. p. 26.) Übersetzt in: Kleinere Geolog. Abhandl. Gesamm. Werke, 12. Bd. 2. Abth.), p. 99.

auf dem Atlantischen Ocean über einen Raum von 1600 Miles in der Breite und in einer Entfernung von 300 bis 600 Miles von der Küste niederfällt. Man hat aber gesehen, dasz Staub in einer Entfernung von 1030 Miles von den Ufern von Africa niederfällt. Während eines Aufenthalts von drei Wochen in St. Jago in dem capverdischen Archipel war die Atmosphäre beinahe immer dunstig, und äusserst feiner, von Africa herüberkommender Staub fiel beständig nieder. In einer Probe dieses Staubes, welcher auf dem offenen Ocean in einer Entfernung von zwischen 330 und 380 Miles von der africanischen Küste fiel, fanden sich viele Steinbruchstückchen von ungefähr $\frac{1}{1000}$ Zoll im Geviert. Näher nach der Küste hin wurde beobachtet, dasz das Wasser durch den fallenden Staub so stark misfarbig wurde, dasz ein darüber hinsegelndes Schiff eine Spur hinter sich liesz. In Ländern, wie dem capverdischen Archipel, wo es selten regnet und es keine Fröste gibt, werden die soliden Gesteine trotzdem zersetzt; in Übereinstimmung mit den vor Kurzem von einem ausgezeichneten belgischen Geologen, DE KONINCK, entwickelten Ansichten kann eine derartige Zersetzung zum hauptsächlichsten Theile der Wirkung der Kohlen- und Salpetersäure in Verbindung mit dem salpetersauren und salpeterigsauren Ammoniak, welche im Thau gelöst enthalten sind, zugeschrieben werden.

In allen feuchten, selbst mäsizig feuchten, Ländern helfen die Regenwürmer bei der Arbeit der Abtragung auf verschiedenen Wegen. Die vegetabilische Ackererde, welche wie ein Mantel die Oberfläche des Landes bedeckt, ist viele Male durch deren Körper durchgegangen. Der Humus weicht von dem Untergrunde und im Ansehen durch seine dunkle Färbung und darin ab, dasz in ihm Bruchstücke oder Partikelchen von Gestein (wenn dergleichen in dem Untergrund vorhanden sind) von einer bedeutenderen Grösze als diejenigen haben, welche durch den Verdauungscanal eines Wurms hindurch gehen können, in ihm fehlen. Dieses Durchsieben des Bodens wird, wie bereits bemerkt worden ist, von grabenden Thieren vieler Arten, besonders Ameisen unterstützt. In Ländern, wo der Sommer lang und trocken ist, musz auch der an geschützten Stellen sich findende Humus bedeutend durch den von anderen und exponirteren Stellen herbeigeblasenen Staub vermehrt werden. So ist beispielsweise die Menge von Staub, welche zuweilen über die Ebenen von La Plata, wo es keine soliden Gesteine gibt, geweht wird, so grosz, dasz während des „Gran Seco“ (der groszen

Dürre) von 1827 bis 1830 das Aussehen des Landes, welches hier nicht eingefriedigt wird, so vollständig verändert wurde, dasz die Bewohner die Grenzen ihrer eigenen Besitzungen nicht wieder erkennen konnten und endlose Rechtsstreitigkeiten entstanden. Ungeheure Quantitäten von Staub werden gleichfalls in Ägypten und im Süden von Frankreich umhergeweht. In China verdanken, wie RICHTHOFEN behauptet, wie feines Sediment aussehende Schichten, welche eine Mächtigkeit von mehreren 100 Fusz besitzen und sich über einen ungeheuren Raum erstrecken, ihren Ursprung nur dem von den Hochlanden Central-Asien's herabgewehten Staube⁵. In feuchten Ländern, wie Grosz-Britannien kann, so lange das Land in seinem natürlichen mit Vegetation bekleideten Zustand bleibt, der Humus kaum an irgend einer Stelle bedeutend durch Staub vermehrt werden; aber in seinem gegenwärtigen Zustand müssen die Felder in der Nähe von Landstraszen, auf denen ein reger Verkehr besteht, eine beträchtliche Menge Staub erhalten, und wenn Felder während trockenen und windigen Wetters geeeggt werden, kann man sehen, wie Wolken von Staub weggeweht werden. Aber in allen diesen Fällen wird die oberflächliche Erdschicht einfach von einer Stelle zur anderen transportirt. Der Staub, welcher in unseren Häusern so dick niederfällt, besteht zum groszen Theil aus organischer Substanz und wenn er über das Land ausgebreitet würde, würde er mit der Zeit zerfallen und beinahe vollständig verschwinden. Aus neueren Beobachtungen über die Schneefelder der arctischen Gegenden geht indessen hervor, dasz eine geringe Menge meteorischen Staubes von ausserirdischem Ursprung beständig niederfällt.

Die dunkle Farbe der gewöhnlichen Ackererde ist offenbar die Folge des Vorhandenseins sich zersetzender organischer Substanz, welche indessen nur in geringen Quantitäten vorhanden ist. Der Gewichtsverlust, welchen Ackererde beim Erhitzen zum Rothglühen erleidet, scheint zum groszen Theil davon abzuhängen, dasz Wasser aus den Verbindungen ausgetrieben wird. In einer Probe fruchtbarer Acker-

⁵ Wegen La Plata s. meine Reise eines Naturforschers (übers. v. V. Carus. 1875. p. 151). Élie de Beaumont hat (Leçons de Géologie pratique, Tom. 1. 1845. p. 183) eine ausgezeichnete Schilderung der enormen Menge Staubes gegeben, welche in manchen Ländern fortbewegt wird. Ich kann nur glauben, dasz Mr. Proctor (Pleasant Ways in Science, 1879. p. 379) die Wirksamkeit des Staubes in einem feuchten Lande wie Grosz-Britannien etwas übertrieben hat. James Geikie hat (Prehistoric Europe, 1880. p. 165) einen ausführlichen Auszug aus Richthofen's Ansichten gegeben, welche er indessen bestreitet.

erde ergab sich der Betrag an organischer Substanz nur zu 1,76 Procent; in einer künstlich zubereiteten Erde betrug sie nicht weniger als 5,5 Procent und in der berühmten schwarzen Erde von Ruszland von 5 bis selbst zu 12 Procent⁶. In Blätterhumus, welcher ausschliesslich aus dem Zerfall von Blättern gebildet wird, ist der Betrag viel grösser, und im Torf beträgt allein der Kohlenstoff zuweilen bis 64 Procent; diese letzteren Fälle gehen uns aber hier nichts an. Der Kohlenstoff im Boden strebt allmählich oxydirt zu werden und zu verschwinden, ausgenommen, wo sich Wasser anhäuft und das Klima kühl ist⁷, so dasz in dem ältesten Weideland kein groszer Überschusz an organischer Substanz vorhanden ist, trotz des beständigen Zerfalls der Wurzeln und der unterirdischen Stämme von Pflanzen und der gelegentlichen Hinzufügung von Dünger. Das Verschwinden der organischen Substanz aus der Ackererde wird wahrscheinlich dadurch bedeutend unterstützt, dasz sie immer und immer wieder in den Excrementen der Regenwürmer an die Oberfläche gebracht wird.

Auf der anderen Seite tragen Regenwürmer bedeutend zur Vermehrung der organischen Substanz im Boden durch die erstaunliche Anzahl von halb verfaulten Blättern bei, welche sie bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 Zoll in ihre Röhren ziehen. Sie thun dies hauptsächlich um Nahrung zu erlangen, zum Theil aber auch um die Mündungen ihrer Röhren zu verschlieszen und den oberen Theil auszukleiden. Die Blätter, welche sie verzehren, werden angefeuchtet in schmale Fäden zerrissen, theilweise verdaut und innig mit Erde vermischt; und dieser Procesz ist es, welcher der vegetabilischen Ackererde ihre gleichmässig dunkle Färbung gibt. Es ist bekannt, dasz verschiedene Arten von Säuren durch die Zersetzung vegetabilischer Substanz erzeugt werden; und da der Inhalt der Därme der Regenwürmer ebenso wie ihre Excremente sauer sind, so erscheint es als wahrscheinlich, dasz der Verdauungsprocesz eine analoge chemische Veränderung in den verschluckten zerkleinerten und halb zersetzten Blättern veranlaszt. Die grosze Menge

⁶ Diese Angaben sind dem Aufsätze V. Hensen's entnommen in der Zeitschr. f. wiss. Zoolog. 28. Bd. 1877. p. 360. Die Angaben in Betreff des Torfes sind genommen aus Mr. A. A. Julien in Proc. amer. Assoc. Science, 1869. p. 314.

⁷ Einige Thatsachen über das zur Bildung des Torfs nothwendige oder günstige Klima habe ich in meiner Reise eines Naturforschers (übersetzt von V. Carus, 1875. p. 329) gegeben.

des von den kalkführenden Drüsen abgesonderten Kalkes dient augenscheinlich dazu, die in dieser Weise entstandenen Säuren zu neutralisiren; denn die Verdauungsflüssigkeit der Regenwürmer wirkt nicht, wenn sie nicht alkalisch ist. Da der Inhalt des oberen Theils ihrer Därme sauer ist, kann die saure Beschaffenheit kaum Folge des Vorhandenseins von Harnsäure sein. Wir können daher schlieszen, dasz die Säuren im Verdauungscanal der Regenwürmer während des Verdauungsprocesses gebildet werden und dasz sie wahrscheinlich von nahezu derselben Beschaffenheit sind, wie die in gewöhnlicher Ackererde oder im Humus. Es ist bekannt, dasz die letzteren das Vermögen besitzen, Eisenoxyd zu desoxydiren oder aufzulösen, wie man überall sehen kann, wo Torf auf rothem Sand liegt oder wo eine faulende Wurzel derartigen Sand durchdringt. Ich hielt nun einige Würmer in einem mit sehr feinem röthlichen Sande gefüllten Topfe, welcher aus sehr kleinen Kieseltheilchen bestand, die mit dem rothen Eisenoxyd überzogen waren; die Röhren, welche die Regenwürmer durch diesen Sand bohrten, waren in der gewöhnlichen Weise mit ihren Excrementen gefüttert oder ausgekleidet, welche aus Sand vermischt mit den Absonderungen ihres Darmes und den verdauten Blättern gebildet waren; und dieser Sand hatte beinahe gänzlich seine rothe Farbe verloren. Wenn kleine Stückchen desselben unter das Mikroskop gebracht wurden, sah man, dasz die meisten Körner durchscheinend und farblos waren, und zwar in Folge der Auflösung des Eisenoxyds, während beinahe alle aus anderen Stellen des Topfes genommenen Körner mit dem Oxyd überzogen waren. Essigsäure brachte kaum irgend welche Wirkung auf diesen Sand hervor und selbst Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure, in den in der Pharmacopöe angegebenen Verdünnungen, brachten eine geringere Wirkung hervor als die Säuren in dem Darm der Regenwürmer.

Mr. A. A. JULIEN hat vor Kurzem die sämmtlichen bis jetzt veröffentlichten Mittheilungen über die im Humus erzeugten Säuren gesammelt, welche sich nach Angabe einiger Chemiker auf mehr als ein Dutzend verschiedener Arten belaufen. Diese Säuren wirken, ebenso wie ihre sauren Salze (d. h. die Säuren in Verbindung mit Kali, Natron und Ammoniak) energisch auf kohlensauren Kalk und auf die Eisenoxyde. Es ist gleichfalls bekannt, dasz einige von diesen Säuren, welche vor langer Zeit schon von THÉNARD Azohumussäuren genannt wurden, fähig sind, colloide Kieselsäure im Verhältniss zu dem in ihnen ent-

haltenen Stickstoff aufzulösen⁸. Bei der Bildung dieser letzteren Säuren bieten die Regenwürmer wahrscheinlich eine Unterstützung dar, denn Dr. H. JOHNSON theilt mir mit, dasz er durch NESSLER's Probe 0,018 Procent Ammoniak in ihren Excrementen gefunden habe.

Die verschiedenen Humussäuren, welche wie wir soeben gesehen haben, innerhalb des Körpers der Regenwürmer während des Verdauungsprocesses erzeugt zu werden scheinen, und ihre sauren Salze spielen nach den neueren Beobachtungen von Mr. JULIEN eine in hohem Grade bedeutungsvolle Rolle bei der Zersetzung verschiedener Gesteinsarten. Es ist seit langer Zeit bekannt, dasz die Kohlensäure und ohne Zweifel auch Salpeter- und salpeterige Säure, welche im Regenwasser vorhanden sind, in gleicher Weise wirken. In allen Erdarten und besonders in reichen Erden ist auch ein groszer Überschusz an Kohlensäure vorhanden, und diese wird von dem Wasser im Boden aufgelöst. Überdies corrodiren die lebenden Wurzeln von Pflanzen, wie SACHS und andere gezeigt haben, in kurzer Zeit polirte Platten von Marmor, Dolomit und phosphorsaurem Kalk und lassen darauf ihre Eindrücke zurück, sie greifen selbst Basalt und Sandstein an⁹. Wir haben es aber hier nicht mit Einwirkungen zu thun, welche von der Thätigkeit der Regenwürmer vollständig unabhängig sind.

Die Verbindung irgend einer Säure mit einer Basis wird durch Bewegung bedeutend erleichtert, da in dieser Weise frische Oberflächen beständig mit einander in Berührung gebracht werden. Dies wird mit den Stein- und Erdetheilchen in den Därmen der Würmer während des Verdauungsprocesses sehr gründlich ausgeführt werden und man musz sich daran erinnern, dasz die ganze Masse der Ackererde auf einem jeden Felde im Verlauf einiger weniger Jahre durch ihren Verdauungscanal hindurchgeht. Da überdies die alten Wurmröhren langsam zusammenfallen und da frische Excrementmassen beständig auf die Oberfläche geschafft werden, so rotirt oder circulirt auch langsam die ganze oberflächliche Humusschicht und die Reibung der einzelnen Theilchen

⁸ A. A. Julien, „On the Geological Action of the Humus-acids“ in: Proc. Amer. Assoc. Adv. Science, Vol. 28. 1879. p. 311; auch „On Chemical Corrosion on Mountain Summits“ in: New York Acad. Sc., Oct. 14. 1878, citirt im Amer. Naturalist; s. auch über diesen Gegenstand: S. W. Johnson, How Crops Feed. 1870. p. 138.

⁹ s. wegen Verweisungen über diesen Gegenstand: S. W. Johnson, How Crops Feed. 1870. p. 326.

an einander wird den feinsten Überzug von zersetzter Substanz abreiben, sobald er sich gebildet hat. Auf diesen verschiedenen Wegen werden minutiöse Gesteinsfragmente vieler Arten und blosze Partikelchen im Boden beständig der chemischen Zersetzung ausgesetzt und hierdurch wird die Menge der Erde sich zu vermehren streben.

Da die Regenwürmer ihre Röhren mit ihren Excrementen auskleiden und da die Röhren bis zu einer Tiefe von 5 oder 6 oder selbst noch mehr Fuszen eindringen, so wird eine geringe Menge der Humussäuren weit hinabgebracht werden und dort auf die darunter liegenden Gesteine und Gesteinsfragmente wirken. Hierdurch wird die Dicke des Bodens, wenn keine Erde von der Oberfläche fortgenommen wird, stetig wenn auch langsam sich zu vermehren suchen; die Anhäufung aber wird nach einer gewissen Zeit die Zersetzung der darunter liegenden Gesteine und der tiefer liegenden Partikeln aufhalten. Denn die Humussäuren, welche hauptsächlich in der oberen Schicht der vegetabilischen Ackererde erzeugt werden, sind äusserst unstäte Verbindungen und zersetzen sich leicht, ehe sie eine irgend wie beträchtliche Tiefe erreichen¹⁰. Eine dicke Schicht darüber liegender Erde wird auch die Ausdehnung groszer Temperaturschwankungen nach unten und in kalten Ländern die mächtige Einwirkung des Frostes aufhalten. In gleicher Weise wird der freie Zutritt der Luft ausgeschlossen. Aus diesen verschiedenen Ursachen würde eine Zersetzung beinahe gehemmt werden, wenn die darüber liegende Humusschicht bedeutend an Mächtigkeit zunähme, weil nichts oder nur wenig von der Oberfläche entfernt würde¹¹. In meiner eigenen unmittelbaren Nachbarschaft haben wir einen merkwürdigen Beweis dafür, wie wirksam eine Thonschicht von wenigen Fuszen Mächtigkeit Veränderungen aufhält, welche an Feuersteinen, wenn sie frei exponirt daliegen, vor sich gehen; denn die groszen, welche einige Zeit auf der Oberfläche gepflügter Felder gelegen haben, können nicht mehr zum Bauen benutzt werden; sie spalten sich nicht ordent-

¹⁰ Diese Angabe ist dem Aufsätze Mr. Julien's entnommen, in: Proc. Amer. Assoc. Adv. Sc. Vol. 28. 1879. p. 330.

¹¹ Die erhaltende Kraft einer Humusschicht wird häufig durch den vollkommenen Zustand bewiesen, in welchem Gletscherschürfe an Felsen zu sehen sind, wenn sie zuerst bloszgelegt werden. Mr. J. Geikie behauptet in seinem letzten bedeutungsvollen Werke (Prehistoric Europe, 1881), dasz die vollkommeneren Ritze wahrscheinlich Folge des letzten Eintritts der Kälte und Zunahme des Eises während der lange fortdauernden und intermittirenden Glacialperiode sind.

lich und die Arbeiter sagen, sie seien verfault¹². Es ist daher nothwendig, um Feuersteine zum Zwecke von Bauten zu erhalten, in die Schicht des rothen Thones, welche über der Kreide liegt (den Rückstand ihrer Auflösung durch das Regenwasser), oder in die Kreide selbst einzudringen.

Die Regenwürmer helfen nicht bloß indirect bei der chemischen Zersetzung der Gesteine, sondern wir haben auch guten Grund zu der Annahme, daß sie gleichfalls in einer directen und mechanischen Art auf die kleineren Partikel wirken. Alle die Species, welche Erde verschlingen, sind mit Kaumägen versehen, und diese sind mit einer so dicken Chitin-Membran versehen, daß PERRIER von ihr als „une veritable armature“¹³ spricht. Der Kaumagen ist von kraftvollen Quermuskeln umgeben, welche nach der Angabe von CLAPARÈDE ungefähr zehnmal so dick sind wie die Längsmuskeln, und PERRIER sah sie sich energisch zusammenziehen. Die zu einer Gattung, *Digaster*, gehörigen Regenwürmer haben zwei getrennte aber völlig ähnliche Kaumägen, und in einer anderen Gattung, *Moniligaster*, besteht der zweite Kaumagen aus vier Taschen, von denen eine auf die andere folgt, so daß man beinahe sagen kann, sie haben fünf Mägen¹⁴. In derselben Weise wie hühnerartige und strauszartige Vögel Steine verschlucken, um bei der Zerkleinerung ihrer Nahrung zu helfen, so scheint das bei den in der Erde lebenden Regenwürmern ebenso der Fall zu sein. Es wurden die Kaumägen von achtunddreißig unserer gemeinen Regenwürmer geöffnet, und in fünfundzwanzig von ihnen fanden sich kleine Steine oder Sandkörner zuweilen in Verbindung mit den harten kalkigen Concretionen, die innerhalb der vorderen kalkführenden Drüsen gebildet werden, und in zwei anderen fanden sich

¹² Viele Geologen sind sehr überrascht gewesen über das vollständige Verschwinden der Feuersteine auf groszen und nahezu ebenen Flächen, von welchen die Kreide durch die an der Luft vor sich gehende Abtragung entfernt worden war. Aber die Oberfläche eines jeden Feuersteins ist mit einer Schicht opaker, modificirter Substanz überzogen, welche einer stählernen Spitze noch eben nachgeben wird, während die frisch gebrochene, durchscheinende Fläche nicht geritzt wird. Die Entfernung der äusseren modificirten Fläche frei exponirt gewesener Feuersteine durch atmosphärische Agentien führt, wenn schon ohne Zweifel äusserst langsam, in Verbindung mit dem Vorschreiten dieser Modification nach innen, wie wohl angenommen werden kann, zur vollkommenen Zersetzung, trotzdem daß sie so äusserst haltbar erscheinen.

¹³ Archives de Zool. expériment. T. 3. 1874. p. 409.

¹⁴ Nouvelles Archives de Muséum. T. 8. 1872. p. 95. 131.

nur Concretionen. In den Kaumägen der übrigen Würmer waren keine Steine vorhanden; aber einige von diesen waren keine wirklichen Ausnahmen, da die Kaumägen spät im Herbst geöffnet wurden, als die Würmer schon aufgehört hatten, Nahrung aufzunehmen und ihre Kaumägen vollkommen leer waren¹⁵.

Wenn Würmer ihre Röhren durch Erde graben, in welcher sich sehr zahlreich kleine Steinchen finden, so werden ohne Zweifel viele unvermeidlich mit verschluckt werden; es darf aber nicht angenommen werden, dass diese Thatsache die Häufigkeit erklärt, mit welcher Steine und Sand in ihren Kaumägen gefunden werden. Denn es wurden Glasperlen und Bruchstücke von Ziegelsteinen und harten Fliesen über die Oberfläche der Erde in Töpfen gestreut, in welchen Würmer gehalten wurden und in denen sie bereits ihre Röhren gegraben hatten; und sehr viele von diesen Perlen und Fragmenten wurden von den Würmern aufgenommen und verschluckt; denn sie fanden sich in ihren Excrementen, Därmen und Kaumägen. Sie verschluckten selbst den groben rothen, aus dem Zerpulvern der Ziegel hervorgegangenen Staub. Auch kann nicht angenommen werden, dass sie die Perlen und Bruchstücke irrthümlich für Nahrung hielten; denn wir haben gesehen, dass ihr Geschmack fein genug ist, zwischen verschiedenen Arten von Blättern zu unterscheiden. Es ist daher offenbar, dass sie harte Gegenstände wie Stückchen Stein, Glasperlen und eckige Bruchstücke von Ziegeln oder Fliesen zu irgend einem speciellen Zweck verschlingen, und es lässt sich kaum zweifeln, dass dieser darin besteht, ihre Kaumägen beim Zerdrücken und Zerreiben der Erde zu unterstützen, welche sie in so groszer Menge verzehren. Dass derartige harte Gegenstände nicht nothwendig sind zum Zerdrücken von Blättern, kann aus der Thatsache geschlossen werden, dass gewisse Species, welche in Schlamm oder Wasser leben und sich von abgestorbener oder lebender vegetabilischer Substanz ernähren, welche aber keine Erde verschlucken, nicht mit Kaumägen versehen sind¹⁶ und daher auch nicht das Vermögen besitzen, Steine nutzbar zu verwenden.

Während des Zerkleinerungsprocesses müssen die Erdpartikel gegen einander und zwischen den Steinen und der zähen, den Kaumagen aus-

¹⁵ Morren sagt, wo er von der Erde in dem Verdauungscanal der Würmer spricht: „*praesepe cum lapillis commixtam vidi*“, in: *De Lumbrici terrestres hist. nat.* 1829. p. 16.

¹⁶ Perrier, *Archives de Zool. expériment.* T. 3. 1874. p. 419.

kleidenden Membran gerieben werden. Die weicheren Theilchen werden hierdurch eine gewisse Abreibung erfahren und werden vielleicht selbst zerdrückt werden. Dieser Schlusz wird durch das Aussehen frisch ausgeworfener Excremente unterstützt; denn diese erinnerten mich oft an Farbe, die eben von Arbeitsleuten zwischen zwei flachen Steinen zerrieben worden war. MORREN macht die Bemerkung, dasz der Darmcanal ist „impleta tenuissimâ, terrâ, veluti in pulverem redactâ“¹⁷. Auch PERRIER spricht vom „état de pâte excessivement fine à laquelle „est réduite la terre qu'ils rejettent“ etc.¹⁸

Da der Grad, bis zu welchem die Erdtheilchen in den Kaumägen der Regenwürmer zerrieben werden, ein gewisses Interesse besitzt (wie wir später sehen werden), so bemühte ich mich über diesen Punkt dadurch Beweise zu erhalten, dasz ich viele der Fragmente, welche durch ihren Darmcanal hindurch gegangen waren, sorgfältig untersuchte. Bei Würmern, welche im Naturzustande leben, ist es natürlich unmöglich zu wissen, wie stark die Fragmente abgerieben waren, ehe sie verschluckt wurden. Es ist indessen klar, dasz Würmer nicht für gewöhnlich abgerundete Partikel auswählen werden; denn scharfe eckige Stückchen von Feuersteinen und anderen harten Gesteinsarten wurden häufig in ihren Kaumägen oder Därmen gefunden. Bei drei Gelegenheiten wurden scharfe Dornen von den Stämmen von Rosenbüschen dort gefunden. In Gefangenschaft gehaltene Regenwürmer verschluckten wiederholt eckige Bruchstücke von harten Ziegeln, Kohlen, Schlacken und selbst die schärfsten Glassplitter. Hühnerartige und strauszartige Vögel behalten lange Zeit in ihren Kaumägen die nämlichen Steine, welche hierdurch gut abgerundet werden; dies scheint aber bei Regenwürmern nicht der Fall zu sein, wenn man nach der groszen Anzahl von Ziegelbruchstücken, Glasperlen, Steinen etc. urtheilt, die sich häufig in ihren Excrementen und Därmen finden; so dasz, wenn die nämlichen Fragmente nicht wiederholt durch ihre Kaumägen hindurchgehen, sichtbare Zeichen von Abreibung an den Fragmenten kaum erwartet werden können, ausgenommen vielleicht in dem Fall, dasz die Steine sehr weich wären.

Ich will nun die Beweise für die Abreibung mittheilen, die ich im Stande gewesen bin zu sammeln. In den Kaumägen einiger Würmer,

¹⁷ Morren, De Lumbrici terrestris hist. nat. etc. p. 16.

¹⁸ Archives de Zool. expériment. T. 3. 1874. p. 418.

welche aus einer dünnen Humusschicht über der Kreide ausgegraben wurden, waren viele gut abgerundete kleine Kreidebruchstücke und zwei Fragmente der Schalen eines Landmollusks (wie durch ihre mikroskopische Structur ermittelt wurde) vorhanden, welche letzteren nicht bloß abgerundet, sondern etwas polirt waren. Die in den kalkführenden Drüsen gebildeten kalkigen Concretionen, welche häufig in den Kaumägen, den Därmen und gelegentlich in den Excrementen der Regenwürmer gefunden werden, erschienen, wenn sie von bedeutender Grösze waren, zuweilen abgerundet worden zu sein; aber bei allen kalkhaltigen Körpern dürfte das abgerundete Aussehen theilweise oder gänzlich Folge ihrer Corrosion durch Kohlensäure und die Humus-säuren sein. In den Kaumägen verschiedener in meinem Gemüsegarten in der Nähe eines Treibhauses gesammelter Würmer wurden acht kleine Schlackenbruchstücke gefunden und von diesen erschienen sechs mehr oder weniger abgerundet, wie es auch zwei Stückchen Ziegel waren; aber einige andere Stückchen waren durchaus gar nicht abgerundet. Ein Feldweg in der Nähe von Abinger Hall war vor sieben Jahren mit Ziegelschutt bis zur Tiefe von ungefähr 6 Zoll bedeckt worden; über diesem Schutt war auf beiden Seiten der Strasse bis zu einer Breite von 18 Zoll Rasen gewachsen und auf diesem Rasen fanden sich zahllose Wurm-Excremente. Einige von diesen waren gleichförmig rothgefärbt in Folge des Vorhandenseins vielen Ziegelstaubes; auch enthielten sie viele Stückchen von Ziegeln und von hartem Mörtel von 1 bis 3 mm im Durchmesser, von denen die meisten deutlich abgerundet waren; aber alle diese Stückchen können auch abgerundet worden sein, ehe sie vom Rasen geschützt und dann verschlungen wurden, gleich denen auf den entblöszten Stellen der Strasse, welche bedeutend abgerieben waren. Ein Loch in einem Stück Weideland war zu der nämlichen Zeit, nämlich vor sieben Jahren, mit Ziegelschutt ausgefüllt worden und war nun gegenwärtig mit Rasen bedeckt; und hier enthielten die Excremente sehr viele Ziegelstückchen, welche sämmtlich mehr oder weniger abgerundet waren, und dieser Ziegelschutt konnte, nachdem er in das Loch geschüttet worden war, keinerlei Abreibung erfahren haben. Ferner wurden alte sehr wenig zerbrochene Ziegel zusammen mit Mörtelbruchstücken zur Bildung von Fuszwegen hingelegt und dann mit einer Kiesschicht von 4 bis 6 Zoll Dicke bedeckt; sechs kleine Ziegelbruchstücke wurden aus auf diesem Wege gesammelten Excrementen herausgesucht, von denen drei deut-

lich abgerieben waren. Auch fanden sich sehr viele Stückchen harten Mörtels, von denen ungefähr die Hälfte gut abgerundet war; und es ist nicht glaublich, dass dieselben im Verlaufe von nur sieben Jahren eine so bedeutende Corrosion durch die Einwirkung der Kohlensäure erlitten haben sollten.

Viel bessere Beweise für das Abreiben harter Gegenstände in den Kaumägen der Regenwürmer werden durch den Zustand der kleinen Fragmente von Ziegeln oder Fliesen und von Cement dargeboten, welche sich in den Excrementmassen finden, die da aufgeworfen werden, wo antike Bauwerke einst standen. Da die sämtliche ein Feld bedeckende Ackererde aller paar Jahre durch den Körper der Würmer hindurchgeht, so werden wahrscheinlich die nämlichen kleinen Bruchstücke im Lauf der Jahrhunderte viele Male verschluckt und wieder zur Oberfläche gebracht werden. Es muss hier noch vorausgeschickt werden, dass in den verschiedenen folgenden Fällen die feinere Masse zuerst von den Excrementen abgewaschen wurde, und dass dann alle die Bruchstücke von Ziegeln, Fliesen und Cement ohne irgend welche Auswahl gesammelt und dann später untersucht wurden. Es fanden sich nun in den zwischen den Tafelchen auf einem der eingegrabenen Fuszboden der römischen Villa in Abinger ausgeworfenen Excrementmassen viele (von $\frac{1}{2}$ bis 2 mm im Durchmesser grosse) Stückchen von Fliesen und Steinmörtel, welche man unmöglich mit dem bloszen Auge oder durch eine starke Loupe betrachten und auch nur für einen Augenblick zweifeln konnte, dass sie sämtlich bedeutende Abreibung erlitten hatten. Ich spreche so, nachdem ich kleine vom Wasser abgeriebene aus römischen Ziegeln gebildete Rollsteine untersucht habe, welche M. HENRI DE SAUSSURE die Freundlichkeit hatte, mir zu schicken und welche er aus Sand und Kiesschichten herausgezogen hatte, die sich an den Ufern des Genfer Sees in einer früheren Periode, als das Wasser ungefähr zwei Meter über seinem gegenwärtigen Niveau stand, abgelagert hatten. Die kleinsten dieser vom Wasser abgeriebenen Geschiebe aus Ziegeln von Genf waren vielen der aus den Kaumägen der Regenwürmer herausgenommenen sehr ähnlich; die grösseren waren aber etwas glatter.

Vier auf dem vor Kurzem bloszgelegten getäfelten Fuszboden des grossen Raumes in der römischen Villa in Brading gefundene Excrementmassen enthielten viele Stückchen von Ziegeln oder Fliesen, von Mörtel und hartem weissen Cement, und die Majorität derselben

erschien deutlich abgerieben. Indessen erschienen die Mörtelstückchen mehr Corrosion als Abreibung erlitten zu haben; denn häufig sprangen Kieselkörner auf der Oberfläche vor. Es wurden Excremente aus dem Raum innerhalb des Schiffs von Beaulieu Abbey, welche von Heinrich VIII. zerstört wurde, von einer ebenen Rasenfläche gesammelt, welche über dem getäfelten Pflaster lag, durch welches die Wurmrohren durchtraten; und diese Excrementmassen enthielten unzählige Stückchen von Steinmörtel und Cement, von denen die Mehrzahl offenbar etwas oder bedeutende Abreibung erlitten hatte. Es fanden sich auch viele minutiöse Schüppchen eines glimmerhaltigen Schiefers, deren Spitzen abgerundet waren. Wenn die obige Vermuthung, dasz in allen diesen Fällen die nämlichen minutiösen Fragmente mehrere Male durch die Kaumägen der Würmer hindurchgegangen sind, trotz der ihr inwohnenden Wahrscheinlichkeit verworfen wird, dann müssen wir annehmen, dasz in allen obenerwähnten Fällen die vielen abgerundeten in den Excrementmassen gefundenen Bruchstücke sämtlich bedeutende Abreibung erlitten hatten, ehe sie verschluckt wurden; und dies ist in hohem Grade unwahrscheinlich.

Auf der anderen Seite musz angeführt werden, dasz Fragmente von ornamentalen Fliesen, etwas härter als gewöhnliche Ziegel oder Fliesen, welche nur einmal von den in Gefangenschaft gehaltenen Regenwürmern verschluckt worden waren, mit der zweifelhaften Ausnahme von einem oder zwei der kleinsten Körner, ganz und gar nicht abgerundet waren. Nichtsdestoweniger erschienen einige von ihnen ein wenig abgerieben, wenn auch nicht abgerundet. Wenn wir die oben angeführten Beweise in Betracht ziehen, so lässt sich trotz dieser Fälle nur wenig daran zweifeln, dasz die Fragmente, welche in den Kaumägen der Regenwürmer als Mühlsteine dienen, wenn sie nicht von einer sehr harten Textur sind, einen gewissen Grad von Abreibung erleiden, und dasz die kleinen Theilchen in der Erde, welche gewohnheitsgemäsz von den Regenwürmern in so erstaunlich groszen Mengen verschluckt wird, an einander gemahlen und dadurch abgeglättet werden. Wenn dies der Fall ist, dann ist die „terra tenuissima“, die „pâte excessivement fine“, aus welcher die Excremente zum groszen Theile bestehen, zum Theil Folge der mechanischen Wirkung des Kaumagens¹⁹; und diese feine Substanz ist, wie wir im nächsten Capitel

¹⁹ Diese Folgerung erinnert mich an die ungeheure Menge äusserst feinen kreidigen Schlammes, welcher innerhalb der Lagunen vieler Atolle gefunden wird,

sehen werden, diejenige, welche hauptsächlich von den zahllosen Excrementmassen auf jedem Felde während jedes heftigen Regenschauers fortgewaschen wird. Wenn die weicheren Steine überhaupt nachgeben, dann werden auch die härteren einen gewissen geringen Betrag an Abnutzung erleiden.

Die Zerkleinerung kleiner Steinstückchen in den Kaumägen der Regenwürmer ist von einem geologischen Standpunkt aus von grösserer Bedeutung, als es auf den ersten Blick der Fall zu sein scheint; denn Mr. SORBY hat deutlich nachgewiesen, dass die gewöhnlichen Zerkleinerungsmittel, nämlich fließendes Wasser und die Meereswellen, mit immer geringerer und geringerer Kraft auf Gesteinsfragmente wirken je kleiner dieselben sind. Er bemerkt: „selbst wenn wir dem „Extra-auf- und -abschwimmen sehr kleiner Partikel in einem „Wasserströme, welches von Oberflächenadhäsion abhängt, keine Rechnung tragen, müssen die Wirkungen der Abnutzung auf die Form „der Körner direct so variiren, wie ihr Durchmesser, oder ungefähr so. „Ist dies der Fall, so würde ein $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser großes „Korn zehnmal so viel abgerieben werden, wie eins von $\frac{1}{100}$ Zoll „Durchmesser und mindestens ein hundert Mal so viel wie eins von „ $\frac{1}{1000}$ Zoll im Durchmesser. Wir können dann vielleicht schlieszen, „dass ein $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser haltendes Korn, wenn es eine Mile „weit gedriftet wird, so viel oder noch mehr abgerieben wird, als „ein $\frac{1}{1000}$ Zoll messendes Korn, wenn es 100 Miles gedriftet wird. „Nach demselben Princip würde ein einen Zoll im Durchmesser messen- „der Geschiebstein im Verhältniss mehr abgerieben werden, wenn er „nur einige wenige hundert Yards getrieben wird²⁰.“ Auch dürfen wir nicht vergessen, wenn wir die Kraft in Betracht ziehen, welche Würmer bei der Zerkleinerung von Gesteinsstückchen ausüben, dass wir gute Beweise dafür haben, dass auf jedem Acre Land, welches hinreichend feucht und nicht zu sandig, kiesig oder steinig ist, dass Würmer darin leben können, ein Gewicht von mehr als zehn Tonnen Erde jährlich durch ihre Körper durchgeht und auf die Oberfläche

wo das Meer ruhig ist und die Wellen die Corallenblöcke nicht zerreiben können. Wie ich glaube, muss dieser Schlamm (s. über den Bau und die Verbreitung der Corallen-Riffe, Übersetz. p. 14. 1876) den zahlreichen Anneliden und anderen Thieren, welche in die abgestorbenen Corallen einbohren, und den Fischen, Holothurien u. s. w., welche von den lebenden Corallen sich ernähren, zugeschrieben werden.

²⁰ Anniversary Address: The Quart. Journal of the Geolog. Society, London, May, 1880. p. 59.

gebracht wird. Für ein Land von der Grösze Grosz-Britanniens kann das Resultat innerhalb einer im geologischen Sinne nicht sehr langen Periode, wie in einer Million Jahren, nicht unbedeutend sein; denn die zehn Tonnen Erde sind zuerst mit der eben angegebenen Zahl von Jahren und dann mit der Anzahl von vollständig mit Würmern besetzten Acres zu multipliciren; und in England zusammen mit Schottland ist das Land, welches cultivirt und für diese Thiere wohlgeeignet ist, zu über 32 Millionen Acres geschätzt worden. Das Product ist daher 320 Millionen Tonnen Erde.

Sechstes Capitel.

Die Abtragung des Landes. — (Fortsetzung.)

Die Denudation dadurch unterstützt, dass neuerdings ausgeworfene Excremente auf mit Gras bedeckten Flächen nach unten gleiten. — Die Menge Erde, welche jährlich abwärts fließt. — Die Wirkung tropischer Regen auf Wurmexcremente. — Die feinsten Erdtheilchen vollständig von den Excrementmassen fortgewaschen. — Der Zerfall getrockneter Excremente in Kügelchen und deren Hinabrollen auf geneigten Flächen. — Die Bildung kleiner Vorsprünge an Berghängen zum Theil Folge der Anhäufung zerfallener Excremente. — Excremente über ebenes Land nach der vom Winde abliegenden Seite geweht. — Versuch, die in dieser Weise fortgewehrte Menge zu schätzen. — Die Erniedrigung alter Umwallungen und Hügel. — Das Erhalten der Firsten und Furchen auf in alter Zeit gepflügtem Lande. — Die Bildung und Menge von Ackererde über der Kreideformation.

Wir sind nun vorbereitet, den directeren Antheil, welchen Würmer an der Abtragung des Landes nehmen, eingehend zu betrachten. Wenn ich früher über die an der Luft vor sich gehende Denudation nachdachte, so schien es mir, wie es auch Anderen erschienen ist, als könnte eine nahezu ebene oder sehr sanft geneigte, mit Rasen bedeckte Fläche selbst während eines langen Zeitraums keinen Verlust erleiden. Es könnte hier betont werden, dass nach langen Zwischenräumen Regenwasser oder Wasserstürze alle Ackererde von einem sehr sanften Abhänge entfernen könnten; als ich aber die steilen mit Rasen bedeckten Abhänge in Glen Roy untersuchte, war ich von der That Sache überrascht, dass nur selten irgend ein derartiges Ereignis seit der Glacialperiode eingetreten sein kann, was aus dem gut erhaltenen Zustande der drei aufeinanderfolgenden „Straszen“ oder Seeränder deutlich hervorgieng. Die Schwierigkeit indessen, welche sich der Annahme entgegenstellt, dass Erde in irgend einer wahrnehmbaren Menge von einer sanft geneigten Fläche, die mit Vegetation bedeckt und mit Wurzeln durch-

filzt ist, entfernt werden kann, wird durch die Thätigkeit der Würmer beseitigt. Denn die vielen Excrementmassen, welche während der Regenzeit ausgeworfen werden, und diejenigen, welche eine kurze Zeit vor einem heftigen Regen herausgeschafft werden, fliesen eine kurze Entfernung weit auf einer geneigten Fläche nach abwärts. Überdies wird viel von der feinsten, ausgeglätteten Erde von den Excrementen vollständig fortgewaschen. Während trockenen Wetters zerfallen Excremente häufig in kleine abgerundete Kügelchen und rollen schon in Folge ihres Gewichts jeden Abhang hinunter. Dies tritt ganz besonders gern dann ein, wenn sie vom Winde in Bewegung gesetzt werden, und wahrscheinlich auch wenn sie durch eine Berührung eines, wenn auch noch so kleinen Thieres, einen Anstosz zur Bewegung erhalten. Wir werden auch sehen, dasz ein heftiger Wind die sämmtlichen Excremente selbst auf einem ebenen Felde nach der vom Winde abliegenden Seite hinweht, während sie noch weich sind, und in gleicher Weise auch die Kügelchen, wenn sie trocken sind. Wenn der Wind in nahezu derselben Richtung mit der weht, in welcher eine Fläche abwärts geneigt ist, so wird das Abwärtsgleiten der Excremente bedeutend unterstützt.

Die Beobachtungen, auf welche sich diese verschiedenen Angaben gründen, müssen nun mit etwas Detail angeführt werden. Wenn die Excremente ausgeworfen werden, so sind sie zuerst klebrig, zäh und weich; während Regenzeiten, wo die Regenwürmer augenscheinlich vorziehen, sie auszuwerfen, sind sie noch weicher, so dasz ich zuweilen gemeint habe, die Würmer müszten zu solchen Zeiten viel Wasser verschlucken. Indessen, wie sich dies auch verhalten mag, der Regen, selbst wenn er nicht sehr heftig ist, macht, wenn er nur lange Zeit anhält, die frisch ausgeworfenen Excremente halbflüssig, und auf ebenem Boden breiten sie sich dann in dünne, kreisförmige, platte Scheiben aus, genau so, wie es eine gleiche Menge Honig oder sehr dünner Mörtel thun würde, wobei dann jede Spur ihrer wurmförmigen Gestalt verloren geht. Diese letztere Thatsache wurde zuweilen recht augenscheinlich gemacht, wenn ein Wurm später durch eine platte kreisförmige Scheibe dieser Art durchgebohrt und auf der Mitte eine frische wurmförmige Excrementmasse aufgehäuft hatte. Ich habe solche platte eingesunkene Scheiben wiederholt nach heftigem Regen an vielen Stellen auf Boden aller Arten gesehen.

Über das Hinabfliesen feuchter Excremente und das Hinabrollen trockener zerbröckelter Excremente auf

geneigten Flächen. — Wenn Excremente auf einer geneigten Fläche während eines heftigen Regens oder kurz vor einem solchen ausgeworfen worden, so ist es nicht anders möglich, als dasz sie ein wenig den Abhang hinabfließen. So fand ich beispielsweise auf einigen steilen Abhängen in Knowle Park, welche mit grobem Grase bedeckt waren und augenscheinlich seit unvordenklichen Zeiten in diesem Zustande existirt hatten, nach mehreren nassen Tagen (22. Octob. 1872), dasz beinahe alle die vielen Excrementmassen beträchtlich in der Richtung des Abhanges verlängert waren und dasz sie jetzt aus glatten, nur unbedeutend kegelförmigen Massen bestanden. Wo nur überhaupt die Mündungen von Wurmgingen gefunden werden konnten, aus denen Erde ausgeworfen worden war, da fand sich mehr Erde oberhalb als unterhalb derselben. Nach einigen heftigen Regenstürmen (25. Jan. 1872) wurden zwei ziemlich steil geneigte Felder in der Nähe von Down besucht, welche früher gepflügt worden waren, aber gegenwärtig ziemlich dünn mit ärmlichem Graswuchs bedeckt waren; viel Excrementmassen dehnten sich den Abhang hinab bis zu einer Länge von 5 Zollen aus, was das Doppelte oder Dreifache des gewöhnlichen Durchmessers der auf den ebenen Theilen dieser nämlichen Felder ausgeworfenen Excremente war. Auf einigen schönen grasigen Abhängen in Holwood-Park, die unter Winkeln zwischen 3° und $11^{\circ} 30'$ mit dem Horizonte geneigt waren und auf denen die Oberfläche augenscheinlich niemals von Menschenhand berührt worden war, fanden sich Excrementmassen in auszerordentlicher Anzahl: ein Raum von 16 Zoll Länge quer zur Richtung des Abhanges und 6 Zoll Breite in der Richtung des Abhanges war zwischen den Grashalmen mit einer gleichförmigen Schicht zusammenfließender und eingesunkener Excrementmassen vollständig überkleidet. Auch hier waren an vielen Stellen die Excremente den Abhang hinabgeflossen und bildeten nun glatte schmale Flecke von Erde, von 6, 7 und $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Einige derselben bestanden aus zwei Excrementmassen, einer über der anderen, welche so vollständig zusammengeflossen waren, dasz sie kaum noch unterschieden werden konnten. Auf meinem Rasen, welcher mit sehr feinem Grase bekleidet ist, sind die meisten Excrementmassen schwarz, einige sind aber gelblich in Folge der Zumischung von Erde, welche aus einer gröszeren Tiefe als gewöhnlich heraufgeschafft worden ist; und das Hinabfließen dieser gelben Excrementmassen nach heftigem Regen war da deutlich zu sehen, wo der Abhang 5° geneigt war; und wo die Neigung weniger

als 1^o betrug, konnten noch immer einige Anzeichen ihres Hinabfließens entdeckt werden. Bei einer anderen Gelegenheit, nach einem Regen, welcher nicht einmal heftig gewesen war, aber doch 18 Stunden angehalten hatte, hatten die sämtlichen Excremente auf diesem nämlichen geneigten Rasenplatz ihre wurmförmige Gestalt verloren; sie waren geflossen, so dasz volle zwei Drittel der ausgeworfenen Erde unterhalb der Mündung der Röhren lagen.

Diese Beobachtungen veranlaszten mich, noch weitere mit mehr Sorgfalt anzustellen. Es wurden acht Excrementmassen auf meinem Rasenplatze gefunden, wo die Grashalme fein sind und dicht bei einander stehen, und drei andere auf einem Felde mit grobem Gras. Die Neigung der Oberfläche an den elf Stellen, wo diese Excremente gesammelt wurden, schwankte zwischen 4^o 30' und 17^o 30'; das Mittel der elf Neigungswinkel betrug 9^o 26'. Es wurde nun zunächst die Länge der Excremente in der Richtung des Abhanges mit so viel Genauigkeit, wie ihre Unregelmäßigkeiten es gestatten wollten, gemessen. Es stellte sich als möglich heraus, diese Messungen bis innerhalb eines Achtels Zoll ungefähr anzustellen; aber eine der Excrementmassen war zu unregelmäßig, um Messungen zu gestatten. Die mittlere Länge der übrigen zehn Excremente in der Richtung des Abhangs war 2,03 Zoll. Die Excrementmassen wurden dann mit einem Messer einer horizontalen, durch die Mündung der Röhre gehenden horizontalen Linie entlang in zwei Theile getheilt; die Röhrenmündung wurde durch Aufschlitzen des Rasens gefunden; alle ausgeworfene Erde wurde getrennt gesammelt, nämlich der Theil oberhalb der Röhre für sich und der Theil unterhalb für sich. Später wurden diese zwei Partien gewogen. In jedem einzelnen Falle war mehr Erde oberhalb als unterhalb vorhanden; das mittlere Gewicht der oberhalb der Mündung war 103 Gran, das der Erde von unterhalb 205 Gran, so dasz das letztere beinahe das Doppelte vom ersten betrug. Da auf ebenem Boden Excremente gewöhnlich beinahe gleichmäßig rings um die Mündungen der Röhren herum ausgeworfen werden, so gibt diese Gewichtsverschiedenheit die Menge ausgeworfener Erde an, welche den Abhang hinabgeflossen war. Es würden aber sehr viel mehr Beobachtungen nöthig sein, um zu einem allgemeinen Resultat zu gelangen; denn die Beschaffenheit des Pflanzenwuchses und andere zufällige Umstände, wie die Heftigkeit des Regens, die Richtung und Stärke des Windes u. s. w. scheinen in Bezug auf die Bestimmung der Menge von

Erde, welche einen Abhang hinabfließt, von grösserer Bedeutung zu sein, als der Neigungswinkel. So war bei vier Excrementmassen auf meinem Rasenplatze (in den obigen elf eingeschlossen), von da wo die mittlere Neigung $7^{\circ} 19'$ betrug, der Unterschied in der Menge von Erde oberhalb und unterhalb der Wurmröhren grösser, als bei den anderen Excrementmassen von demselben Rasenplatz, von da wo der Abfall $12^{\circ} 5'$ betrug.

Wir können indessen die obigen elf Fälle, welche so weit wie sie eben beobachtet sind, genau und zuverlässig sind, als Ausgangspunkte nehmen und das Gewicht der ausgeworfenen Erde berechnen, welche jährlich einen Abhang hinabfließt, dessen mittlere Neigung $9^{\circ} 26'$ beträgt. Dies hat mein Sohn GEORGE ausgeführt. Es ist bereits gezeigt worden, dass beinahe genau zwei Drittel der ausgeworfenen Erde unterhalb der Mündung der Wurmröhre zu finden ist, und nur ein Drittel oberhalb derselben. Wenn nun die zwei Drittel, welche unterhalb der Höhle liegen, in zwei gleiche Theile getheilt werden, so hält die obere Hälfte dieser zwei Drittel genau dem einen Drittel das Gleichgewicht, welches oberhalb der Mündung liegt, so dass, was das eine Drittel oberhalb der Gangmündung und die obere Hälfte der unteren zwei Drittel betrifft, kein Abwärtsfließen von Erde den Abhang hinab vorhanden ist. Dagegen ist aber die, die untere Hälfte der zwei Drittel bildende Erde auf Entfernungen hin fortgeschafft worden, welche für jeden einzelnen Theil desselben verschieden sind, welche aber durch den Abstand zwischen dem Mittelpunkt der unteren Hälfte der zwei Drittel und der Wurmröhre dargestellt werden kann. Es ist daher die mittlere Entfernung des Fortschaffens gleich der halben Länge der Wurmexcremente. Nun war die mittlere Länge von zehn unter den obigen elf Excrementen 2,03 Zoll; die Hälfte hiervon können wir als einen Zoll annehmen. Es kann daher geschlossen werden, dass ein Drittel der ganzen auf die Oberfläche gebrachten Erde in diesen Fällen einen Zoll weit auf der geneigten Fläche hinabgeschafft worden ist.

Im dritten Capitel ist gezeigt worden, dass auf Leith Hill Common im Laufe eines Jahres auf einem Quadrat-Yard trockene Erde im Gewichte von mindestens 7,453 Pfund von den Regenwürmern auf die Oberfläche heraufgeschafft worden ist. Wenn auf einem Abhange ein Quadrat-Yard so abgegrenzt wird, dass zwei seiner Seiten horizontal sind, so ist es klar, dass nur $\frac{1}{36}$ der ganzen auf diesem Quadrat-

Yard heraufgeschafften Erde seiner unteren Seite nahe genug liegt, darüber hinauszugelangen, vorausgesetzt, dass die Lageveränderung der Erde einen Zoll beträgt. Es ist aber ferner klar, dass nur $\frac{1}{3}$ der heraufgeschafften Erde als hinunterfließend angesehen werden kann; es wird daher $\frac{1}{3}$ von $\frac{1}{36}$ oder $\frac{1}{108}$ von 7,453 Pfund über die untere Seite unseres Quadrat-Yards im Laufe eines Jahres hinübergehen. Es ist aber $\frac{1}{108}$ von 7,453 Pfund gleich 1,1 Unze. Es wird daher 1,1 Unze trockener Erde jährlich über einen jeden horizontal aufgezeichneten Yard an einem Abhange mit der oben erwähnten Neigung abwärts laufen, oder es werden jährlich sehr nahe an 7 Pfund eine horizontale, 100 Yards lange Linie auf einem Bergabhange mit diesem Neigungswinkel überschreiten.

Eine noch genauere, wenn schon immer noch sehr rohe Berechnung kann von dem Massenumfang der Erde angestellt werden, welche in ihrem natürlichen feuchten Zustande jährlich an demselben Abhang über eine horizontal quer über denselben gezogene Linie abwärts fließt. Nach den verschiedenen im dritten Capitel mitgetheilten Fällen wissen wir, dass die jährlich auf einem Quadrat-Yard an die Oberfläche gebrachte Excrementmenge, wenn sie gleichmässig ausgebreitet würde, eine Schicht von 0,2 Zoll Mächtigkeit bilden würde: aus einer ähnlich der bereits mitgetheilten angestellten Berechnung folgt nun, dass $\frac{1}{3}$ von $0,2 \times 36$ oder 2,4 Cubikzoll feuchter Erde jährlich über eine horizontale, einen Yard in der Länge messende Linie an einem Bergabhang mit der oben erwähnten Neigung nach unten fließen würde. Diese Masse feuchter Excremente ergab sich beim Wägen als 1,85 Unzen schwer. Es würden daher 11,56 Pfund feuchter Erde, anstatt 7 Pfund trockener Erde, wie durch die erste Berechnung gefunden wurde, jährlich eine 100 Yards lange Linie an einer geneigten Fläche abwärts überschreiten.

Bei diesen Berechnungen ist angenommen worden, dass die Excrementmassen während des ganzen Jahres beständig eine kurze Strecke weit abwärts fließen; dies tritt aber nur bei denjenigen ein, welche während des Regens oder kurz vor demselben aufgeworfen worden sind; so dass die obigen Resultate hienach sehr übertrieben sind. Andererseits wird während des Regens viel von der feinsten Erde eine beträchtliche Strecke weit von den Excrementmassen weggewaschen und zwar selbst da, wo die Neigung der Oberfläche eine äusserst sanfte ist, und wird hiernach, soweit die obigen Rechnungen in Betracht

kommen, vollständig verloren. Excremente, welche während trockenen Wetters ausgeworfen worden sind und welche getrocknet sind, verlieren in derselben Weise eine beträchtliche Menge feiner Erde. Überdies zerfallen getrocknete Excrementmassen gern in kleine Kügelchen, welche häufig auf jeder geneigten Fläche abwärts rollen oder vom Winde hinabgeweht werden. Es ist daher das obige Resultat, dasz nämlich 2,4 Cubikzoll Erde (im feuchten Zustand 1,85 Unzen wiegend) jährlich eine Yardlinie von der bezeichneten Art überschreiten, wahrscheinlich nicht viel, wenn überhaupt übertrieben.

Diese Masse ist gering; wir müssen uns aber daran erinnern, wie viele sich verzweigende Thäler die meisten Länder durchschneiden, deren gesammte Länge sehr grosz sein musz, und dasz beständig Erde auf beiden mit Rasen bedeckten Abhängen eines jeden Thales abwärts wandert. Auf jede 100 Yards Länge in einem Thale, dessen Seiten so wie in den vorstehend angeführten Fällen abfallen, werden 480 Cubikzoll feuchter Erde, welche über 23 Pfund wiegen, jährlich die Thalsole erreichen. Hier wird sich eine dicke Schicht von Alluvium anhäufen, bereit im Laufe der Jahrhunderte fortgewaschen zu werden, in dem Masse, wie der Stromlauf in der Mitte sich mäanderartig von einer Seite zur anderen wendet.

Wenn nachgewiesen werden könnte, dasz Regenwürmer allgemein ihre Röhren unter rechtem Winkel zu einer geneigten Fläche aushöhlten, — und dies würde der kürzeste Weg für sie sein, um Erde von unterhalb heraufzuschaffen, — so würde in dem Masse, wie die alten Wurmröhren in Folge des Gewichts des darüberliegenden Bodens zusammenfallen, dieses Einsinken es unvermeidlich verursachen, dasz die ganze Schicht vegetabilischer Ackererde an der geneigten Fläche abwärts sinkt oder gleitet. Aber die Richtung einer groszen Anzahl von Wurmröhren zu ermitteln, stellte sich als zu schwierig und mühsam heraus. Es wurde indesz ein gerades Stück Draht in fünfundzwanzig Wurmröhren auf verschiedenen geneigten Feldern hineingesteckt, und in acht Fällen waren die Röhren nahezu rechtwinklig auf die Neigung angelegt, während sie in den übrigen Fällen ganz unterschiedslos unter verschiedenen Winkeln geneigt waren, entweder nach oben oder nach unten in Bezug auf den Abhang.

In Ländern, wo die Regen sehr heftig sind, wie in den Tropen, scheinen, wie sich auch hätte erwarten lassen, die Wurmexcremente in einem bedeutenderen Masse hinabgewaschen zu werden als in Eng-

land. Mr. SCOTT theilt mir mit, dasz in der Nähe von Calcutta die hohen säulenartigen Excrementmassen (welche früher beschrieben worden sind), deren Durchmesser gewöhnlich zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, auf einer ebenen Fläche nach heftigem Regen zu beinahe kreisförmigen, dünnen, flachen Scheiben von einem Durchmesser von zwischen 3 und 4 und zuweilen 5 Zoll zusammensinken. Es wurden drei frische Excrementmassen, welche im botanischen Garten „auf einem nur unbedeutend geneigten, mit Gras bedeckten, künstlichen Abhang von lehmigem Thon“ ausgeworfen worden waren, sorgfältig gemessen; sie hatten eine mittlere Höhe von 2,17 und einen mittleren Durchmesser von 1,43 Zoll, nach heftigem Regen bildeten dieselben längliche Häufchen von Erde, mit einer mittleren Länge von 5,83 Zoll in der Richtung des Abhangs. Da sich die Erde nur sehr wenig an dem Abhange aufwärts verbreitet hatte, musz nach dem ursprünglichen Durchmesser dieser Excrementmassen zu urtheilen, ein groszer Theil derselben in Substanz ungefähr 4 Zoll weit abwärts geflossen sein. Überdies musz auch etwas von der feinsten Erde, aus der sie zusammengesetzt waren, bis in eine noch gröszere Entfernung vollständig fortgewaschen worden sein. An trockenen Orten in der Nähe von Calcutta wirft eine Species von Regenwürmern ihre Excremente nicht in wurmförmigen Massen, sondern in kleinen Kügelchen verschiedener Grösze aus: diese sind an einigen Orten sehr zahlreich, und Mr. SCOTT sagt, dasz sie „von jedem Schauer fortgewaschen werden“.

Da die Oberfläche alter Excrementmassen häufig mit groben Partikeln besetzt sind, kam ich auf die Annahme, dasz eine beträchtliche Menge feiner Erde während des Regens von den Excrementmassen vollständig weggewaschen werde. Demzufolge wurde ein wenig feiner präcipitirter Kreide, welche mit Speichel oder Gummiwasser angefeuchtet wurde, so dasz sie unbedeutend zähflüssig und von derselben Consistenz wie eine frische Excrementmasse war, auf die Spitzen mehrerer Excrementmassen gelegt und leicht mit ihnen gemengt. Diese Excrementmassen wurden dann durch eine sehr feine Brause begossen, aus welcher die Tropfen näher an einander als die Regentropfen, aber nicht annähernd so grosz wie die bei einem Gewitterregen herabfielen; auch trafen sie mit nicht annähernd so bedeutender Kraft auf den Boden auf wie die Tropfen während heftigen Regens. Eine so behandelte Excrementmasse sank mit überraschender Langsamkeit zusammen, wie ich vermuthe, in Folge ihrer Zähigkeit. Sie flosz nicht eigentlich

in Substanz die mit Gras hedeckte Oberfläche des Platzes hinab, welcher hier unter einem Winkel von $16^{\circ} 20'$ geneigt war; und trotzdem fanden sich viele Kreidepartikel drei Zoll unterhalb des Excrements. Der Versuch wurde an drei anderen Excrementmassen auf verschiedenen Theilen des Rasenplatzes, welche unter Winkeln von $2^{\circ} 30'$, 3° und 6° geneigt waren, wiederholt; und Kreidepartikel waren zwischen 4 und 5 Zoll unterhalb des Excrementhaufens zu sehen; nachdem die Oberfläche trocken geworden war, wurden in zwei Fällen Kreidepartikel in einer Entfernung von 5 und 6 Zoll gefunden. Mehrere andere Excrementmassen, mit präcipitirter Kreide auf ihre Gipfel gelegt, wurden der natürlichen Einwirkung des Regens überlassen. In einem Falle war nach einem nicht heftigen Regen die Excrementmasse weisz gestreift. In zwei anderen Fällen war die Oberfläche des Bodens auf eine Entfernung von einem Zoll von der Excrementmasse weisz geworden; und etwas in einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Zoll gesammelter Boden, wo die Neigung 7° betrug, brauste leicht auf, als er in Säure gelegt wurde. Nach einer oder zwei Wochen war die Kreide von allen den Excrementmassen, auf welche solche gelegt worden war, vollständig oder beinahe vollständig weggewaschen und dieselben hatten ihre natürliche Färbung wieder erhalten.

Es mag noch ferner hier bemerkt werden, dasz nach jedem sehr heftigen Regen seichte Wassertümpel auf eben oder nahezu ebenen Feldern, wo der Boden nicht porös ist, zu sehen sind, und dasz das Wasser in denselben häufig leicht schlammig ist. Wenn derartige kleine Tümpel eingetrocknet sind, sind die Blätter und Grashalme auf ihrem Grunde meistens mit einer dünnen Schicht von Schlamm überzogen. Ich glaube, dasz dieser Schlamm von kürzlich ausgeworfenen Wurmexcrementen herrührt.

Dr. KING theilt mir mit, dasz die Mehrzahl der oben beschriebenen riesenhaften Excrementhaufen, welche er an einem vollständig exponirten, kahlen, kiesigen Hügel in den Nilgiri-Bergen in Indien gefunden hatte, durch den vorausgehenden Nordost-Monsun mehr oder weniger verwittert gewesen seien; die meisten derselben boten das Aussehen eines Zusammengesunkenseins dar. Die Regenwürmer warfen hier ihre Excrementmassen nur während der Regenzeit aus, und zu der Zeit, als Dr. KING die Gegend besuchte, war seit 110 Tagen kein Regen gefallen. Er untersuchte sorgfältig den Boden zwischen der Stelle, wo diese colossalen Excrementmassen lagen, und einem kleinen

Bache am Fusze des Hügels; aber nirgends war irgend eine Anhäufung feiner Erde zu finden, wie eine solche nothwendigerweise nach dem Zerfall der Excrementmassen hätte zurückbleiben müssen, wenn dieselben nicht vollständig entfernt worden wären. Er steht daher nicht an, zu behaupten, dasz diese ganzen riesenhaften Excrementmassen jährlich während der beiden Monsune (wo ungefähr 100 Zoll Regen fallen) in den kleinen Bach und von da in die in einer Tiefe von 3000 oder 4000 Fusz darunter liegenden Ebenen hinabgewaschen werden.

Excrementmassen, welche während trockenen Wetters oder vor einem solchen ausgeworfen werden, werden dadurch hart, und zwar zuweilen in überraschendem Masse, dasz die Partikel von Erde durch die Absonderungsflüssigkeiten des Darms mit einander verkittet worden sind. Frost scheint bei ihrer Zersetzung weniger wirksam zu sein, als hätte erwartet werden können. Nichtsdestoweniger zerfallen sie leicht, nachdem sie abwechselnd vom Regen befeuchtet und wiederum getrocknet sind, in kleine Kügelchen. Diejenigen, welche während eines Regens einen Abhang hinabgeflossen sind, zerfallen in derselben Weise. Derartige Kügelchen rollen häufig an jedem Abhang eine kleine Strecke weit hinunter, wobei ihr Hinabrücken zuweilen bedeutend durch den Wind unterstützt wird. Der ganze Boden eines breiten trockenen Grabens auf meinem Besitzthum, wo sich sehr wenig frische Excrementmassen fanden, war vollständig mit diesen Kügelchen oder zerfallenen Excrementen bedeckt, welche die steilen Seiten, die unter einem Winkel von 27° geneigt sind, hinabgerollt waren.

In der Nähe von Nizza besteht an Orten, wo die groszen cylindrischen, früher beschriebenen Excrementmassen äusserst zahlreich sind, der Boden aus sehr feinem sandig-kalkigen Lehm; und Dr. KING theilt mir mit, dasz diese Excremente während trockenen Wetters äusserst gern in kleine Bruchstücke zerfallen, auf welche dann bald der Regen einwirkt; sie sinken dann zu Boden, so dasz sie nun nicht länger mehr von dem umgebenden Boden zu unterscheiden sind. Er hat mir eine Masse solcher zerfallener Excremente geschickt, welche auf dem Gipfel eines Abhangs gesammelt waren, wo keine von höher oben her hinzugerollt sein konnten. Sie mussten in den vorausgehenden fünf oder sechs Monaten ausgeworfen worden sein, bestanden aber gegenwärtig aus mehr oder weniger abgerundeten Fragmenten von allen Gröszen, von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser an bis zu den kleinsten Körnchen und

bloszen Staube. Dr. KING beobachtete direct den Procesz des Zerbröckelns, während er einige vollkommene Excrementmassen, die er mir später schickte, trocknete. Auch Mr. SCOTT theilte mir Bemerkungen über das Zerbröckeln der Excrementmassen in der Nähe von Calcutta und auf den Bergen von Sikkim während der heissen und trockenen Jahreszeit mit.

Wenn die Excrementmassen in der Nähe von Nizza auf einer geneigten Fläche ausgeworfen worden waren, rollten sie abwärts, ohne ihre ausgezeichnete Gestalt zu verlieren, und an einigen Stellen konnten sie „körbewise gesammelt werden“. Dr. KING beobachtete ein auffallendes Beispiel dieses Vorkommens an der Corniche-Strasze, wo ein ungefähr $2\frac{1}{2}$ Fusz breiter und 9 Zoll tiefer Abzugsgraben zum Aufnehmen des abfließenden Tagewassers von dem benachbarten Bergabhang gegraben worden war. Der Boden dieses Grabens war auf eine Entfernung von mehreren hundert Yards bis zu einer Tiefe von $1\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll mit einer Schicht zerbrochener Excrementmassen bedeckt, welche noch immer ihre charakteristische Gestalt darboten. Beinahe alle diese unzähligen Fragmente waren von oberhalb her hinabgerollt, denn im Graben selbst waren nur äusserst wenig Excrementmassen ausgeworfen worden. Der Bergabhang war steil, schwankte aber sehr in Bezug auf seine Neigung, welche Dr. KING zu 30° bis 60° mit dem Horizont schätzte. Er kletterte den Abhang hinauf und „fand alle Augenblicke kleine dammartige Vorsprünge, welche sich „aus Bruchstücken der auf ihrem Wege nach unten durch Unregelmässigkeit der Oberfläche, durch Steine, Zweige u. s. w. aufgehaltenen Excrementmassen gebildet hatten. Eine kleine Gruppe von Pflanzen „der *Anemone hortensis* hatte in dieser Weise die Bruchstücke aufgehalten, und nun hatte sich eine vollständige kleine Bank von Erde „rings um dieselbe gebildet. Viel von dieser Erde war zusammengebröckelt, aber eine ziemliche Menge hatte noch immer die Form „von Excrementmassen beibehalten.“ Dr. KING grub diese Pflanze aus und war von der Dicke der Erdschicht überrascht, welche sich erst vor Kurzem über der Krone des Rhizoms angesammelt haben musste, wie aus der Länge der gebleichten Blattstiele im Vergleich mit denen anderer Pflanzen derselben Art, wo keine derartige Anhäufung stattgefunden hatte, hervorgieng. Die in dieser Weise angesammelte Erde war ohne Zweifel (wie ich überall beobachtet habe) durch die kleineren Würzelchen der Pflanze festgehalten worden. Nach-

dem Dr. KING diesen Fall, sowie andere analoge Fälle beschrieben hat, kommt er zu dem Schlusse: „Darüber kann ich nicht zweifelhaft sein, dasz Regenwürmer den Proceß der Denudation bedeutend unterstützen.“

Vorspringende Erdränder an steilen Bergabhängen. — Kleine horizontale, vorspringende Ränder, einer über dem anderen, sind an steilen, grasigen Abhängen in vielen Theilen der Erde gefunden worden. Ihre Bildung hat man Thieren zugeschrieben, welche während des Grasens wiederholt dem Abhange entlang in den nämlichen horizontalen Linien gegangen sind, und es ist ganz sicher, dasz sie sich in dieser Weise bewegen und diese Ränder benutzen; aber Professor HENSLOW (ein äusserst sorgfältiger Beobachter) sagte Sir J. HOOKER, er sei überzeugt, dasz dies nicht die einzige Ursache ihrer Bildung sei. Sir Jos. HOOKER sah derartige vorspringende Ränder auf den Gebirgsketten des Himalaya und des Atlas, wo es keine domesticirten Thiere gab und wo nicht viel wilde Thiere vorhanden waren; und doch würden diese letzteren wahrscheinlich diese vorspringenden Ränder des Nachts benutzen, während sie nach Art unserer domesticirten Thiere grasen. Ein Freund beobachtete in meinem Interesse die vorspringenden Ränder in den schweizer Alpen und gibt an, dasz sie 3 bis 4 Fusz über einander, jeder ungefähr einen Fusz breit, hinliefen. Sie waren von den Füßen grasender Kühe tief eingedrückt. Ähnliche leistenartige Vorsprünge wurden von demselben Freund auf unseren Kreidedünen beobachtet, ebenso an einem alten Hügel von Kreidebruchstücken (aus einem alten Steinbruch herausgeschafft), welcher mit Rasen überzogen worden war.

Mein Sohn FRANCIS untersuchte einen Böschungszug in der Kreide bei Lewes; hier zogen sich an einem Theile, welcher sehr steil war und unter einem Winkel von 40° mit dem Horizont abfiel, ungefähr 30 flache Leisten horizontal mit einem mittleren Abstand von ungefähr 20 Zoll von einander, eine unter der anderen, über eine Strecke von mehr als 100 Yards hin. Sie waren von 9 bis 10 Zoll breit. Wenn sie von der Entfernung aus betrachtet wurden, boten sie wegen ihres Parallelismus ein auffallendes Aussehen dar; wurden sie aber näher untersucht, so fand es sich, dasz sie zuweilen gewunden waren, dasz häufig eine in die andere übergieng, so dasz das Aussehen entstand, als habe sich eine solche Leiste in zwei gegabelt. Sie sind aus hellgefärbter Erde gebildet, welche an der Auszenseite, wo sie am

dicksten sind, in einem Falle 9 Zoll, in einem anderen Falle zwischen 6 und 7 Zoll in der Dicke masz. Oberhalb der Leisten war die Mächtigkeit der Erdschicht über der Kreide in dem ersteren Falle 4 und im letzteren nur 3 Zoll. Das Gras wuchs an den äusseren Rändern der Leisten kräftiger als an irgend einem anderen Theile des Abhangs und bildete hier einen buschigen Saum. Ihr mittlerer Theil war kahl, ob dies aber durch das Treten der Schafe verursacht worden war, welche zuweilen die Ränder frequentirten, konnte mein Sohn nicht ermitteln. Ebensowenig konnte er darüber zu einem sicheren Urtheil gelangen, wie viel von der Erde auf den mittleren und kahlen Theilen aus zerfallenen Wurmexcrementen beständen, welche von oberhalb heruntergerollt waren; er war aber überzeugt, dass ein Theil in dieser Weise dahingekommen war; auch war es ganz offenbar, dass die vorspringenden Ränder mit dem buschigen Saum einen jeden kleinen von oben herabrollenden Gegenstand aufhalten würden.

An dem einen Ende des diese vorspringenden Ränder tragenden Abhangs bestand die Oberfläche stellenweise aus nackter Kreide, und hier waren die Leistenränder sehr unregelmässig. Am anderen Ende des Abhangs wurde die Neigung plötzlich weniger steil, und hier hörten die vorspringenden Ränder ziemlich plötzlich auf; aber kleine dammartige Vorsprünge von nur einem oder zwei Fusz in der Länge waren noch immer vorhanden. Den Berg weiter hinab wurde der Abhang steiler, und da erschienen denn die regelmässigen Ränder wieder. Ein anderer meiner Söhne beobachtete auf der landeinwärts gelegenen Seite von Beachy Head, wo die Oberfläche unter einem Winkel von ungefähr 25° geneigt war, viele kleine kurze wallartige Vorsprünge wie die oben erwähnten. Sie erstreckten sich horizontal hin und waren von einigen wenigen Zollen bis zu zwei oder drei Fusz lang. Sie trugen Büschel von Gras, welche kräftig wuchsen. Die mittlere Dicke der Humusschicht, aus welcher sie gebildet waren, war nach neun Messungen 4,5 Zoll, während die der Humusschicht oberhalb und unterhalb derselben im Mittel nur 3,2 Zoll und auf jeder Seite derselben in demselben Niveau 3,1 Zoll betrug. Auf dem oberen Theile des Abhangs boten diese dammartigen Vorsprünge keinerlei Anzeichen dafür dar, dass sie von Schafen häufig betreten worden wären, in den unteren Theilen fanden sich aber derartige Zeichen ziemlich deutlich. Es hatten sich hier keine langen zusammenhängenden leistenartigen Vorsprünge gebildet.

Wenn die kleinen wallartigen Vorsprünge oberhalb der Corniche-Strasze, welche Dr. KING im Processe ihres Entstehens durch Anhäufung zerfallener und herabgerollter Wurmexcremente beobachtete, horizontalen Linien entlang zusammengeflossen wären, so würden leistenartige Vorsprünge entstanden sein. Jeder wallartige Haufen wird durch die seitwärts gerichtete Verbreiterung der im Rollen aufgehaltenen Excrementmassen sich nach den Seiten hin auszudehnen streben, und an einem steilen Abhange grasende Thiere werden beinahe mit Gewisheit von jedem Vorsprung in nahebei demselben Niveau Vortheil ziehen und den Rasen zwischen ihnen eindrücken; derartige zwischenliegende Vertiefungen werden ihrerseits wiederum die Excrementmassen im Falle aufhalten. Eine unregelmässige Leiste wird auch, wenn sie nur einmal erst gebildet ist, dadurch regelmässiger und horizontal zu werden neigen, dasz einige der Excrementtheile von den höheren Stellen seitlich nach den tiefer liegenden hinabrollen, welche letztere hierdurch erhöht werden. Eine etwa unterhalb eines solchen leistenartigen Vorsprungs sich findende Erhöhung wird später nicht mehr zerfallende Substanz von oberhalb erhalten und wird durch Regen und andere atmosphärische Einwirkung verwischt zu werden neigen. Es besteht eine gewisse Analogie zwischen der Bildung dieser leistenartigen Vorsprünge, wie sie angenommenermassen hier dargestellt ist, und der der Furchen und Leisten an vom Winde getriebenem Sande, wie sie von LYELL¹ beschrieben worden ist.

Die steilen grasbedeckten Theile eines Gebirgsthales in Westmoreland, genannt Grisedale, waren an vielen Stellen mit unzähligen, beinahe horizontalen, kleinen leistenartigen Vorsprüngen, oder vielmehr Zügen von Miniaturfelsenklippen gezeichnet. Ihre Bildung hieng in keinerlei Weise mit der Thätigkeit der Regenwürmer zusammen; denn nirgends waren Wurmexcremente zu sehen (— und ihr Fehlen ist eine unerklärliche Thatsache, —), obschon der Rasen an vielen Stellen auf einer Schicht von Löss-Thon und Moräne-Schutt von beträchtlicher Mächtigkeit lag. Auch war, so weit ich es beurtheilen konnte, kein näherer Zusammenhang zwischen der Bildung dieser kleinen Klippenzüge und dem Herumtreten von Kühen oder Schafen aufzufinden. Es schien, als ob die ganze oberflächlich gelegene, etwas thonige Erde, während sie theilweise noch durch die Wurzeln der Grasdecke zusammen-

¹ Elements of Geology, 1865. p. 20.

hielt, ein wenig an dem Bergabhang abwärts geglitten sei und bei diesem Gleiten nachgegeben habe und in horizontalen Linien, quer auf den Abhang, gespalten sei.

Excremente vom Winde nach der unter dem Winde liegenden Seite hingeweht. — Wir haben gesehen, dasz feuchte Excrementmassen auf jeder geneigten Ebene abwärts fließen, und dasz zerfallene Excrementmassen in gleicher Weise abwärts rollen; wir werden nun sehen, dasz frisch auf ebene mit Gras bedeckte Flächen ausgeworfene Wurmexcremente während heftiger, von Regen begleiteter Stürme nach der unter dem Winde liegenden Seite hingeweht werden. Ich selbst habe dies viele Male auf vielen Feldern während mehrerer aufeinander folgender Jahre beobachtet. Nach solchen Stürmen bieten die Excrementmassen nach der vor dem Winde liegenden Richtung eine sanft geneigte, glatte, oder zuweilen gefurchte Oberfläche dar, während sie auf der unter dem Winde liegenden Seite steil geneigt oder abschüssig sind, so dasz sie im Miniaturmaszstab von Gletschern abgeriebenen Felsblöcken ähnlich sind. Sie sind häufig auf der unter dem Winde liegenden Seite von Hohlräumen durchzogen, in Folge davon, dasz der obere Theil sich über den unteren weggekrümmt hat. Während eines ungewöhnlich heftigen Südweststurmes mit Strömen von Regen wurden viele Wurmexcremente gänzlich nach der unter dem Winde liegenden Seite fortgeblasen, so dasz die Öffnungen der Wurmröhren auf der Windseite entblöszt und exponirt blieben. Frische Excrementmassen fließen naturgemäsz an einer geneigten Fläche abwärts; auf einem Grasfeld aber, welches unter einem Winkel von 10° und 15° abfiel, wurden mehrere gefunden, welche nach einem heftigen Sturm aufwärts geblasen worden waren. Dies ereignete sich gleichfalls bei einer anderen Gelegenheit auf einem Theile meines Rasenplatzes, wo die Neigung etwas geringer war. Bei einer dritten Gelegenheit waren die Excrementmassen auf den steilen, mit Gras bedeckten Seiten eines Thals, in welchem hinab ein Sturm geweht hatte, den Abhang schräg hinab, anstatt gerade, gerichtet, und dies war offenbar Folge der combinirten Wirkung des Winds und der Schwere. Vier Excrementmassen auf meinem Rasenplatz, an Stellen, wo die Neigung $0^{\circ} 45'$, 1° , 3° und $3^{\circ} 30'$ (im Mittel $2^{\circ} 45'$) nach Nordost betrug, wurden nach einem heftigen Südweststurm mit Regen in der früher beschriebenen Weise quer über den Mündungen der Wurmröhren getheilt und gewogen.

Das mittlere Gewicht der Erde unterhalb der Mündungen der Wurm-röhren und nach der unter dem Winde liegenden Seite verhielt sich zu dem Gewicht der Erde oberhalb der Mündungen und auf der Windseite wie $2\frac{3}{4}$ zu 1; während wir gesehen haben, dasz bei verschiedenen Excrementmassen, welche an Abhängen hinabgeflossen waren, die eine mittlere Neigung von $9^{\circ} 26'$ hatten, und bei drei Excrementen bei einer Neigung von über 12° , das verhältnismässige Gewicht der Erde unterhalb zu der oberhalb der Mündungen sich nur wie 2 zu 1 verhielt. Diese verschiedenen Fälle zeigen, wie wirksam Sturmwinde in Begleitung von Regen frisch ausgeworfene Excremente fortbewegen. Wir können daher schlieszen, dasz selbst ein mässig starker Wind irgend eine geringe Wirkung auf sie ausüben wird.

Trockene und hartgewordene Excrementmassen werden nach ihrem Zerfallen in kleine Fragmente oder Kügelchen zuweilen, und wahrscheinlich häufig, von einem starken Winde nach der unter dem Winde liegenden Seite hingetrieben. Dies wurde bei einer Gelegenheit beobachtet; ich wendete aber dem Gegenstand nicht genügende Aufmerksamkeit zu. Eine alte Excrementmasse an einem sanft geneigten Abhang wurde von einem starken Südwestwind vollständig fortgeblasen. Dr. KING ist der Meinung, dasz der Wind den grösseren Theil der alten zerbröckelnden Excremente bei Nizza entfernte. Mehrere alte Excremente auf meinem Rasenplatz wurden mit Nadeln bezeichnet und gegen jeden störenden Eingriff geschützt. Sie wurden nach einem Verlauf von 10 Wochen untersucht, während welcher Zeit das Wetter abwechselnd trocken und regnerisch gewesen war. Einige, welche von einer gelblichen Färbung waren, waren beinahe vollständig gewaschen worden, wie an der Farbe des umgebenden Bodens zu sehen war. Andere waren vollständig verschwunden, und diese waren ohne Zweifel fortgeweht worden. Andere endlich waren zurückgeblieben und dürften wohl noch lange bleiben, da Grashalme durch sie hindurch gewachsen waren. Auf ärmlichem Weideland, welches niemals gewalzt worden ist und auf welchem Thiere nicht viel herumgetreten sind, ist zuweilen die ganze Oberfläche mit kleinen Buckelchen besetzt, durch welche und auf welchen Gras wächst, und diese Buckelchen bestehen aus alten Wurmexcrementen.

In allen den vielen beobachteten Fällen, wo weiche Excrementmassen nach der Seite unter dem Winde geweht worden sind, ist dies durch starke, vom Regen begleitete Winde bewirkt worden. Da der-

artige Winde in England allgemein vom Süden und Südwesten blasen, so musz die Erde im Ganzen die Neigung haben, sich über unsere Felder in einer nördlichen und nordöstlichen Richtung zu bewegen. Diese Thatsache ist interessant, weil man wohl meinen könnte, dasz von einer ebenen mit Gras bedeckten Fläche keine mit irgend welchen Mitteln entfernt werden könnte. In dichten und ebenen Wäldern, die vor dem Winde geschützt sind, werden die Wurmexcremente niemals so lange entfernt werden wie der Wald stehen bleibt; auch wird sich hier Humus bis zu der Tiefe anzuheufen streben, bis zu welcher Würmer arbeiten können. Ich versuchte mir dafür Beweise zu verschaffen, wie viel Humus, so lange er noch im Zustand der Excrementmassen existirt, durch unsere feuchten südlichen Stürme über offenes und flaches Land nach Nordosten getrieben wird, indem ich das Niveau der Oberfläche auf den gegenüberliegenden Seiten alter Bäume und Hecken verglich; es gelang mir aber nicht, und zwar in Folge des ungleichen Wachstums der Wurzeln der Bäume und in Folge des Umstands, dasz das meiste Weideland früher gepflügt worden ist.

Auf einer offenen Ebene bei Stonehenge finden sich seichte kreisförmige Gräben mit einem niedrigen Walle am Auszenrande, welche 50 Yards im Durchmesser haltende ebene Stellen umgeben. Diese Ringe scheinen sehr alt zu sein, und man glaubt, dasz sie aus gleicher Zeit herrühren wie die Druidensteine. Wenn Wurmexcremente, welche innerhalb dieser kreisförmigen Stellen ausgeworfen werden, durch Südwestwinde nach Nordosten geweht werden, so werden sie innerhalb des Grabens eine Humusschicht bilden, welche auf der nordöstlichen Seite dicker als an irgend einer anderen ist. Die Örtlichkeit war aber für die Thätigkeit der Würmer nicht günstig; denn die Ackererdeschicht auf der umgebenden Kreideformation mit Feuersteinen hatte nur eine Mächtigkeit von 3,37 Zoll, nach einem Mittel aus sechs Beobachtungen, welche in einer Entfernung von 10 Yards auszerhalb der Umwallung angestellt worden waren. Die Dicke der Humusschicht innerhalb zweier jener kreisförmigen Gräben wurde aller 5 Yards ganz ringsherum auf den inneren Seiten in der Nähe des Grundes gemessen. Mein Sohn HORACE projecirte diese Messungen auf Papier; und obgleich die, die Dicke der Humusschicht darstellende Curve äusserst unregelmäszig war, so war doch in beiden Zeichnungen zu sehen, dasz die Humusschicht auf der nordöstlichen Seite dicker war als anderswo. Wenn ein Mittel aus allen Messungen in den beiden Gräben eingetragen und die Linie

ausgeglichen wurde, so sah man augenscheinlich, dass die Humusschicht in dem Viertel des Kreises zwischen Nordwest und Nordost am dicksten war, und am dünnsten in dem Viertel des Kreises zwischen Südost und Südwest, besonders an letzteren Punkten. Ausser den vorstehend erwähnten Messungen wurden noch sechs andere nahe an einander in einem der kreisförmigen Gräben an der nordöstlichen Seite gemacht; und hier hatte die Humusschicht eine mittlere Dicke von 2,29 Zoll, während das Mittel aus sechs anderen Messungen auf der südwestlichen Seite nur 1,46 Zoll betrug. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, dass die Wurmexcremente durch die südwestlichen Winde aus dem eingeschlossenen kreisförmigen Platz in den Graben an der nordöstlichen Seite geweht worden waren; für ein zuverlässiges Resultat wären aber noch viel mehr Messungen nothwendig.

Die Menge der in der Form von Wurmexcrementen auf die Oberfläche gebrachten und später durch die von Regen begleiteten Winde weiter geschafften feinen Erde oder derjenigen, welche an einer geneigten Fläche hinabflieszt oder rollt, ist ohne Zweifel im Verlauf einiger Jahrzehnte nur gering; denn im anderen Falle würden die sämtlichen Ungleichheiten auf unseren als Weideland liegen gelassenen Äckern innerhalb einer viel kürzeren Zeit niedergeglättet werden, als es der Fall zu sein scheint. Aber die Menge der in dieser Weise im Verlaufe von Tausenden von Jahren fortbewegten Erde musz nothwendig beträchtlich sein und verdient Beachtung. ÉLIE DE BEAUMONT betrachtet die vegetabilische Humusschicht, welche überall das Land bedeckt, als eine feste Linie, von welcher aus die Grösze der Abtragung gemessen werden könne². Er kennt die beständige Bildung frischer Ackererde durch das Zerfallen der unterliegenden Gesteine und Gesteinsbruchstücke nicht; es ist merkwürdig zu sehen, wie viel philosophischer die Ansichten waren, welche PLAYFAIR vor langer Zeit hatte, welcher im Jahre 1802 schrieb: „wir haben in dem beständigen Vorhandensein „einer Decke von Humus an der Oberfläche der Erde einen demonstrativen Beweis der beständig fortdauernden Zerstörung der Gesteine“³.

² Leçons de Géologie pratique, 1845; Cinquième Leçon. Die sämtlichen Argumente Élie de Beaumont's sind äusserst trefflich zurückgewiesen von Prof. A. Geikie in seiner Abhandlung in den Transact. Geolog. Soc. of Glasgow. Vol. III. 1868. p. 153.

³ Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth, p. 107.

Antike Wälle und Grabhügel. — ÉLIE DE BEAUMONT führt den gegenwärtigen Zustand vieler antiken Umwallungen und Grabhügel, ebenso wie alter gepflügter Felder als Beweis dafür an, dass die Oberfläche des Landes kaum irgend eine Abminderung erfährt. Es scheint aber nicht so, als hätte er jemals die Dicke der Humusschicht über verschiedenen Theilen derartiger alter Überreste untersucht. Er verlässt sich hauptsächlich auf indirecte, aber allem Anschein nach glaubwürdigen Beweisen dafür, dass die Abhänge der alten Umwallungen noch die nämlichen sind, wie sie ursprünglich waren; und offenbar konnte er über ihre ursprüngliche Höhe nichts wissen. In Knowle Park war hinter den Büchsenscheiben ein Hügel aufgeworfen worden, welcher aus Erde gebildet worden zu sein scheint, die ursprünglich von viereckigen Rasenblöcken gestützt wurde. Die Seiten fielen, so nahe ich dieselben zu schätzen im Stande war, unter einem Winkel von 45° oder 50° mit dem Horizont ab und waren, besonders auf der nördlichen Seite mit langem groben Gras bedeckt, unter welchem viele Wurmexcremente gefunden wurden. Dieselben waren in Substanz abwärts geflossen und andere waren in der Form von Kügelchen hinabgerollt. Es ist daher sicher, dass so lange ein Hügel dieser Art von Würmern bewohnt wird, seine Höhe beständig verringert wird. Die feine Erde, welche an den Seiten eines solchen Hügel hinabfließt oder rollt, häuft sich an seiner Basis in der Form eines schwellenartigen Vorsprungs an. Eine Schicht feiner Erde und selbst eine sehr dünne Schicht ist für Würmer eminent günstig, so dass eine gröszere Zahl von Excrementmassen auf eine solche Schwelle ausgeworfen zu werden neigt, als anderswo; und diese werden von jedem heftigen Regenschauer theilweise weggewaschen und über den anstosenden ebenen Boden verbreitet werden. Das endliche Resultat wird das Erniedrigen des ganzen Hügel sein, während die Neigung der Seiten nicht bedeutend verringert werden würde. Dasselbe Resultat wird auch ganz zuverlässig bei alten Umwallungen und Grabhügeln eintreten, ausgenommen da, wo sie aus Kies oder aus nahezu reinem Sand aufgeführt worden sind, da derartige Substanzen für Würmer ungünstig sind. Man nimmt von vielen alten Befestigungen und Grabhügeln an, dass sie mindestens 2000 Jahre alt sind; und wir müssen uns hier in der Erinnerung gegenwärtig halten, dass an vielen Stellen in fünf Jahren ungefähr ein Zoll von Humus auf die Oberfläche geschafft wird oder 2 Zoll in 10 Jahren. Es wird daher in einer so

langen Periode, wie 2000 Jahre, eine grosse Menge Erde auf den meisten alten Umwallungen und Grabhügeln, ganz besonders auf dem schwellenartigen Absatz rings um ihre Basis, wiederholt an die Oberfläche geschafft worden sein und Viel von dieser Erde wird vollständig fortgewaschen worden sein. Wir können daher schlieszen, dasz alle antiken Hügel, wenn sie nicht aus Material errichtet sind, welches den Würmern unvortheilhaft ist, im Verlaufe der Jahrhunderte etwas erniedrigt worden sein werden, obschon die Neigung ihrer Seiten nicht bedeutend verändert worden sein mag.

Früher gepflügte Felder. — Von einer sehr weit zurückliegenden Zeit an und in vielen Ländern ist Land gepflügt worden, so dasz convexe Beete, Firsten oder Leisten genannt, gewöhnlich ungefähr 8 Fusz breit und durch Furchen von einander getrennt, aufgeworfen worden sind. Die Furchen sind so gerichtet, dasz sie das oberflächliche Wasser ableiten. Bei meinen Versuchen zu ermitteln, wie lange Zeit diese Leisten und Furchen bestehen bleiben, wenn gepflügtes Land in Weideland umgewandelt worden ist, stellten sich mir Hindernisse vieler Arten entgegen. Es ist selten bekannt, wann ein Feld zum letzten Male gepflügt worden ist; und von einigen Feldern, von denen man gemeint hatte, dasz sie seit unvordenklichen Zeiten als Weideland da lägen, wurde später entdeckt, dasz sie erst noch vor 50 oder 60 Jahren gepflügt worden sind. Während der ersten Zeit des gegenwärtigen Jahrhunderts, als der Preis des Getreides sehr hoch war, scheint Land von allen Arten in Britannien gepflügt worden zu sein. Es ist indessen kein Grund zum Zweifeln vorhanden, dasz in vielen Fällen die alten Firsten und Furchen seit einer sehr alten Zeit her erhalten worden sind⁴. Dasz sie für sehr ungleich lange Zeiträume erhalten werden würden, folgt ganz natürlich daher, dasz die Firsten,

⁴ Mr. E. Tylor macht in seiner Adresse als Präsident (Journ. of the Anthropological Institute, May, 1880, p. 451) die Bemerkung: „Aus mehreren Aufsätzen der Berliner Gesellschaft in Bezug auf die deutschen ‚Hochäcker‘ und ‚Heidenäcker‘ geht hervor, dasz sie in ihrer Lage auf Berghängen und wüsten Stellen sehr den Elfenfurchen in Schottland entsprechen, welche die populäre Mythologie durch die Geschichte erklärt, dasz die Felder mit einem päpstlichen Interdict belegt worden seien und dasz in Folge dessen die Leute die Berge zu cultiviren begannen. Es scheint Grund zu der Annahme vorhanden zu sein, dasz, ähnlich wie die bebauten Stellen in den schwedischen Wäldern, welche die Tradition den ‚alten Hackern‘ zuschreibt, so auch die deutschen Heidenäcker einen Anbau seitens einer alten und barbarischen Bevölkerung darstellen.“

als sie zuerst aufgeworfen wurden, in den verschiedenen Bezirken sehr verschieden hoch waren, ebenso wie es gegenwärtig bei frisch gepflügtem Lande der Fall ist.

Auf altem Weidelande ergab es sich, dasz die Ackererde, wo nur immer Messungen vorgenommen worden sind, in den Furchen von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll dicker war als auf den Firsten; dies wird aber eine natürliche Folge dann sein, dasz die feinere Erde von den Firsten in die Furchen gewaschen worden ist, ehe das Land gut mit Rasen bekleidet war; und es ist hier ganz unmöglich zu sagen, welche Rolle die Regenwürmer bei dieser Arbeit gespielt haben. Trotzdem werden aber, nach dem was wir gesehen haben, Wurmexcremente sicher während heftigen Regens leicht von den Firsten in die Furchen gewaschen werden. Sobald sich aber eine Schicht feiner Erde durch irgend welche Mittel angesammelt hat, wird diese den Würmern günstiger sein als die anderen Theile und es werden dann hier eine gröszere Menge von Excrementmassen aufgeworfen werden als anderswo; und da die Furchen auf abfallendem Lande gewöhnlich so gerichtet sind, dasz sie das oberflächliche Wasser fortleiten, so wird etwas von der feinsten Erde von den hier aufgeworfenen Excrementhaufen abgewaschen und vollständig fortgeschafft werden. Das Resultat wird sein, dasz die Furchen sehr langsam aufgefüllt werden, während die Firsten vielleicht noch langsamer dadurch niedriger gemacht werden, dasz die Wurmexcremente ihre sanften Neigungen hinab rollen in die Furchen.

Nichtsdestoweniger könnte man erwarten, dasz alle Furchen, besonders diejenigen auf einer abfallenden Fläche im Laufe der Zeit aufgefüllt werden und verschwinden würden. Indessen konnten einige sorgfältige Beobachter, welche für mich Felder in Gloucestershire und Staffordshire untersuchten, keinerlei Unterschied in dem Zustande der Furchen in dem oberen und unteren Theile der auf abfallendem Lande gelegenen Felder entdecken, von denen anzunehmen war, dasz sie schon lange als Weide da lagen; sie kamen zu der Schlussfolgerung, dasz die Firsten und Furchen eine beinahe endlose Zahl von Jahrhunderten bestehen bleiben können. Andererseits scheint der Obliterationsprocesz an einigen Stellen begonnen zu haben. So wurde auf einem mit Gras bewachsenen Felde in Nord-Wales, von dem bekannt ist, dasz es vor ungefähr 65 Jahren gepflügt worden ist und welches unter einem Winkel von 15° nach Nordosten zu abfiel, die Tiefe der nur 7 Fusz von einander abstehenden Furchen sorgfältig gemessen, und es zeigte

sich, dasz sie im oberen Theile des Abhangs ungefähr $4\frac{1}{2}$ Zoll und in der Nähe der Basis, wo sie nur mit Schwierigkeit verfolgt werden konnten, nur 1 Zoll betrug. Auf einem anderen, unter nahezu demselben Winkel nach Südwesten abfallenden Felde waren die Furchen im unteren Theile kaum erkennbar, obschon diese nämlichen Furchen, wenn man sie auf den anstosenden ebenen Grund verfolgte, von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll tief waren. Ein dritter und äusserst ähnlicher wurde noch beobachtet. In einem vierten Falle war die Ackererde in einer Furche in dem oberen Theils eines geneigt liegenden Feldes $2\frac{1}{2}$ Zoll und im unteren Theile $4\frac{1}{2}$ Zoll dick.

Auf den Kreidedünen in ungefähr einer Mile Entfernung von Stonehenge untersuchte mein Sohn WILLIAM eine mit Gras bedeckte, gefurchte, unter einem Winkel von 8° bis 10° geneigte Fläche, von welcher ein alter Schäfer angab, dasz sie in der Zeit menschlicher Erinnerung nicht gepflügt worden sei. Es wurde die Tiefe einer Furche an 16 Stellen in einer Länge von 68 Schritt gemessen, und es zeigte sich, dasz sie da tiefer war, wo der Abfall am grössten war und wo naturgemäsz weniger Erde sich anzusammeln geneigt sein würde, und dasz sie an der Basis beinahe verschwand. Die Dicke der Humusschicht in dieser Furche war im oberen Theile $2\frac{1}{2}$ Zoll und nahm ein wenig oberhalb des steilsten Theils des Abhangs bis zu 5 Zoll zu; und an der Basis, in der Mitte des engen Thals, an einem Punkte, welchen die Furche, wenn sie sich soweit fortgesetzt hätte, getroffen haben würde, betrug sie nicht weniger als 7 Zoll. Auf der gegenüberliegenden Seite des Thals fanden sich undeutliche, beinahe oblitterirte Spuren von Furchen. Ein anderer, aber nicht so entschiedener Fall wurde in einer Entfernung von einigen wenigen Miles von Stonehenge beobachtet. Im Ganzen ergibt sich, dasz die Firsten und Furchen auf früher gepflügt gewesenem Lande, welches aber gegenwärtig mit Gras bedeckt ist, langsam zu verschwinden streben, wo der Boden geneigt ist, und dies ist wahrscheinlich zum grössten Theile der Thätigkeit der Würmer zuzuschreiben, dasz aber die Firsten und Furchen eine sehr lange Zeit bestehen bleiben, wo die Oberfläche eben ist.

Bildung und Menge der Ackererde über der Kreideformation. — Wurmexcremente werden häufig in auszerordentlicher Anzahl auf steilen mit Gras bedeckten Abhängen, da, wo die Kreide dicht an die Oberfläche heraufkommt, ausgeworfen, wie mein Sohn WILLIAM in der Nähe von Winchester und an anderen Orten beobachtet

hat. Wenn derartige Excrementmassen in groszem Masse während heftiger Regen fortgewaschen werden, so ist es schwer auf den ersten Blick einzusehen, in welcher Weise überhaupt irgend welche Ackererde auf unseren Dünen bleiben kann, da keine in die Augen fallenden Mittel, den Verlust zu ersetzen, vorhanden zu sein scheinen. Überdies ist noch eine andere Ursache zu weiterem Verlust vorhanden, nämlich das Durchsickern der feineren Erdpartikel in die Spalten der Kreide und in die Kreide selbst. Diese Betrachtungen liessen mich eine Zeit lang zweifeln, ob ich die Menge feiner Erde, welche an grasbedeckten Abhängen in der Form von Wurmexcrementen hinabflieszt oder rollt, nicht etwa übertrieben hätte; und ich sah mich daher nach weiterer Information um. An einigen Stellen bestehen die Wurmexcremente auf Kreidedünen zum grössten Theile aus kalkiger Substanz; und in Bezug auf diese ist natürlich die Zufuhr unbegrenzt. An anderen Stellen aber, beispielsweise auf einem Theil von Teg Down in der Nähe von Winchester, waren die Excrementmassen sämtlich schwarz und brausten auch nicht mit Säuren auf. Die Schicht von Ackererde über der Kreide war hier nur von 3 bis 4 Zoll Dicke. So war ferner auf der Ebene bei Stonehenge der augenscheinlich von kalkiger Substanz freie Humus von einer mittleren Dicke von $3\frac{1}{2}$ Zoll. Warum die Regenwürmer an einigen Stellen in die Kreide einbohren und solche heraufschaffen, an anderen Stellen nicht, weisz ich nicht.

In vielen Districten, wo das Land nahezu eben ist, liegt eine Schicht von rothem Thon, voll von nicht abgeriebenen Feuersteinen, in einer Mächtigkeit von mehreren Fuszen auf der oberen Kreide. Diese aufliegende Masse, deren Oberfläche in Ackererde umgewandelt worden ist, besteht aus dem unaufgelösten Rückstand aus der Kreide. Es dürfte zweckmässig sein, hier noch einmal an den Fall zu erinnern, wo Kreidebruchstücke auf einem meiner Felder unter Wurmexcrementen begraben wurden, wobei die Kanten und Ecken der Fragmente im Verlaufe von 29 Jahren so vollständig abgerundet waren, dass dieselben im Wasser glatt geriebenen Geschiebesteinen ähnlich waren. Dies muss durch die Kohlensäure im Regen und im Boden, durch die Humussäuren und durch die corrodirende Kraft lebender Wurzeln bewirkt worden sein. Warum nicht eine dicke Masse von Rückstand auf der Kreide da zurückgelassen worden ist, wo nur immer das Land nahezu eben ist, dürfte vielleicht durch das Einsinken der feinen Partikel in die Spalten zu erklären sein, welche häufig in der Kreide vor-

handen sind und welche entweder offen oder mit unreiner Kreide angefüllt sind, oder auch durch das Einsickern der Partikel in die solide Kreide selbst. Dasz ein derartiges Percoliren vorkommt, kann kaum bezweifelt werden. Mein Sohn sammelte etwas gepulverte und in Fragmente zerbröckelte Kreide unterhalb des Rasens bei Winchester; wie Colonel PARSONS, R. E., fand, enthielt die erstere 10 Procent, und die Fragmente 8 Procent erdiger Substanz. Auf den Seiten der Böschungen in der Nähe von Abinger in Surrey ergab etwas Kreide dicht unter einer Schicht Feuersteine von 2 Zoll Mächtigkeit und bedeckt von einer 8 Zoll dicken Humusschicht 3,7 Procent erdiger Substanz. Auf der anderen Seite enthält eigentlich die obere Kreide, wie mir der verstorbene DAVID FORBES mittheilte, welcher viele Analysen angestellt hat, nur von 1 bis 2 Procent erdiger Substanz; und zwei Proben aus Gruben in der Nähe meines Hauses enthielten 1,3 und 0,6 Procent. Ich erwähne diese letzteren Fälle deshalb, weil ich mir wegen der Mächtigkeit der darüberliegenden Schicht rothen Thons mit Feuersteinen vorgestellt hatte, dasz die darunterliegende hier weniger rein sein dürfte als an anderen Stellen. Die Ursache, dasz sich der Rückstand mehr an manchen Stellen anhäuft als an anderen, dürfte dem zugeschrieben werden, dasz eine Schicht thonhaltiger Masse zu einer früheren Periode auf der Kreide zurückgelassen worden ist und dasz diese das spätere Einsinken erdiger Substanz in dieselbe verhinderte.

Aus den nun mitgetheilten Thatsachen dürfen wir schlieszen, dasz die auf unsere Kreidedünen ausgeworfenen Wurmexcremente einen gewissen Verlust durch das Einsickern ihrer feineren Substanz in die Kreide erleiden. Wenn aber solche unreine oberflächliche Kreide aufgelöst werden würde, würde sie einen grösseren Vorrath von erdiger Substanz zurücklassen, welche zu der Ackererde hinzukäme, als in dem Falle von reiner Kreide. Auszer dem durch das Einsickern verursachten Verlust, wird auch sicher etwas feine Erde die geneigte, mit Gras bedeckte Fläche unserer Dünen hinabgewaschen. Der Abwaschungsprocesz wird indessen im Verlauf der Zeit aufgehalten werden; denn obgleich ich nicht weisz, eine wie dünne Schicht von Ackererde hinreicht, Würmer zu unterhalten, so musz doch zuletzt eine Grenze erreicht werden; und dann würden die Excremente aufhören, ausgeworfen zu werden oder sie würden selten werden.

Die folgenden Fälle weisen nach, dasz eine beträchtliche Menge feiner Erde herabgewaschen wird. Es wurde die Dicke der Ackererde-

schicht an einzelnen, 12 Yards auseinanderliegenden Punkten quer über ein kleines Thal in der Kreide in der Nähe von Winchester gemessen. Die Thalgehänge fielen anfangs sehr sanft ab; dann neigten sie sich unter einem Winkel von ungefähr 20° und dann wieder sanfter bis in die Nähe des Thalgrundes, welcher querüber beinahe eben war und ungefähr 50 Yards masz. Auf dem Grunde betrug die Dicke der Humusschicht im Mittel aus 5 Messungen 8,3 Zoll, während an den Seiten des Thals, wo die Neigung zwischen 14° und 20° betrug, die mittlere Dicke des Humus etwas weniger als 3,5 Zoll masz. Da der mit Rasen bedeckte Grund des Thals unter einem Winkel von nur zwischen 2° und 3° sich senkte, so ist es wahrscheinlich, dasz der gröszte Theil der Humusschicht von 8,3 Zoll von den Seitengehängen des Thals und nicht von dem höheren Theile herabgewaschen worden war. Da aber ein Schäfer angab, dasz er gesehen habe, wie in diesem Thale nach plötzlich eingetretenem Thauen des Schnees Wasser geflossen sei, so ist es wohl möglich, dasz etwas Erde auch von dem oberen Theil herabgebracht worden ist, oder andererseits, dasz etwas davon im Thale weiter hinab geschafft worden ist. In einem benachbarten Thale wurden mit Bezug auf die Mächtigkeit der Humusschicht ganz ähnliche Resultate erhalten.

St. Catherine's Hill, in der Nähe von Winchester, ist 327 Fusz hoch und besteht aus einem steilen Kreidekegel von ungefähr einem Viertel Mile im Durchmesser. Der obere Theil wurde von den Römern, oder, wie Einige meinen, von den alten Britten, in ein umwalltes Lager verwandelt, dadurch dasz ganz rings herum ein tiefer und breiter Graben ausgehöhlt wurde. Der gröszte Theil der während dieser Arbeit entfernten Kreide wurde aufwärts geworfen, wodurch ein nach oben vorspringender Rand gebildet wurde; und dieser verhindert es sehr wirksam, dasz Wurmexcremente (welche an einzelnen Stellen zahlreich vorhanden sind), Steine und andere Gegenstände in den Graben hinabgewaschen oder gerollt werden. Es ergab sich, dasz die Humusschicht auf dem oberen und befestigten Theile des Berges an den meisten Stellen eine Dicke von nur $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll besasz, während sie sich am Fusze der Umwallung oberhalb des Grabens an den meisten Stellen bis zu einer Dicke von 8 bis $9\frac{1}{2}$ Zoll angehäuft hatte. Auf dem Wallrande selbst masz die Humusschicht nur 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll in der Dicke, und innerhalb des Grabens am Boden schwankte sie von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Zoll, war aber an einer Stelle 6 Zoll dick. Auf

der nordwestlichen Seite des Berges war entweder niemals oberhalb des Grabens ein solcher wallartiger Rand aufgeworfen, oder er war später entfernt worden, so dasz hier nichts vorhanden war, was es hätte verhindern können, dasz Wurmexcremente, Erde und Steine in den Graben hinabgewaschen wurden, auf dessen Grunde die Ackererde eine Schicht von 11 bis 22 Zoll Dicke bildete. Es musz indesz angegeben werden, dasz hier und an anderen Stellen des Abhangs die Ackererdeschicht häufig Fragmente von Kreide und Feuersteinen enthielt, welche offenbar zu verschiedenen Zeiten von oben herabgerollt waren. Auch die Zwischenräume zwischen den darunter liegenden Kreidebruchstücken waren mit Ackererde ausgefüllt.

Mein Sohn untersuchte die Oberfläche dieses Berges bis zu seinem Fusze in einer südwestlichen Richtung. Unterhalb des groszen Grabens, wo die Neigung des Abhangs ungefähr 24° betrug, war die Humusschicht sehr dünn, nämlich von $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll, während näher nach dem Fusze hin, wo die Neigung nur 3° bis 4° masz, sie bis zu zwischen 8 und 9 Zoll Dicke zunahm. Wir dürfen daher folgern, dasz auf diesem künstlich modificirten Berge ebenso wie in den natürlichen Thälern der benachbarten Kreidedünen etwas feine Erde, welche wahrscheinlich zum gröszten Theile von Wurmexcrementen herrührt, herabgewaschen wird und sich auf der tiefer liegenden Stelle anhäuft, trotz dem Durchsickern einer nicht gekannten Menge in die darunter liegende Kreide; ein Vorrath frischer erdiger Substanz wird dabei durch Auflösung der Kreide durch die Einwirkung atmosphärischer und anderer Agentien dargeboten.

Siebentes Capitel.

Schluss.

Zusammenfassung der Rolle, welche Regenwürmer in der Geschichte der Erde gespielt haben. — Ihre Hülfe beim Zersetzen der Gesteine, — bei der Abtragung des Landes, — bei der Erhaltung antiker Baureste, — bei der Vorbereitung des Bodens für das Wachsthum der Pflanzen. — Geistige Kräfte der Regenwürmer. — Schluss.

Die Regenwürmer haben in der Geschichte der Erde eine bedeutungsvollere Rolle gespielt, als die Meisten auf den ersten Blick annehmen dürften. In beinahe allen feuchten Ländern sind sie ausserordentlich zahlreich und besitzen im Verhältniss zu ihrer Körpergrösze bedeutende Muskelkraft. In vielen Theilen von England geht auf jedem Acre von Land ein Gewicht von mehr als 10 Tonnen (10,516 Kilogramm) trockener Erde jährlich durch ihren Körper und wird auf die Oberfläche geschafft, so dass die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlaufe weniger Jahre wieder durch ihren Körper durchgeht. In Folge des Zusammenfallens der alten Wurmröhren ist die Ackererde in beständiger, wenschon langsamer Bewegung, und die dieselbe zusammensetzenden Theilchen werden hierdurch gegen einander gerieben. Mittelst dieser Vorgänge werden beständig frische Oberflächen der Einwirkung der Kohlensäure im Boden, ebenso auch der Humussäuren ausgesetzt, welche bei der Zersetzung der Gesteine noch wirksamer zu sein scheinen. Die Erzeugung der Humussäuren wird wahrscheinlich während der Verdauung der vielen halbzersetzten Blätter, welche die Regenwürmer verzehren, beschleunigt. In dieser Weise werden die Erdtheilchen, welche die oberflächliche Humusschicht bilden, Bedingungen ausgesetzt, welche ihrer Zersetzung und ihrem Zerfall ganz eminent günstig sind. Überdies erfahren auch die Theilchen der weicheren Gesteinsarten einen gewissen Grad von Zerkleinerung

in den Muskelmägen der Regenwürmer, in welchen kleine Steinchen wie Mühlsteine wirken.

Wenn die fein abgeglätteten Wurmexcremente in einem feuchten Zustande an die Oberfläche gebracht werden, fliesen sie während regnerischen Wetters jeden mäsigen Abhang hinab, und die kleineren Theilchen selbst werden auf einer nur sanft geneigten Fläche weit hinab gewaschen. Wenn die Wurmexcremente trocknen, zerbröckeln sie oft in kleine Kügelchen und diese rollen dann gern auf jeder geneigten Fläche hinab. Wo das Land vollkommen eben und mit Pflanzenwuchs bedeckt ist, und wo das Klima feucht, so dasz nicht viel Staub fortgeweht werden kann, da erscheint es auf den ersten Blick unmöglich, dasz in der Luft eintretende Abtragung des Landes in einem irgendwie wahrnehmbaren Grade vorkommen sollte; Wurmexcrementmassen werden aber, besonders wenn sie feucht und klebrig sind, von den vorherrschenden Winden, welche mit Regen begleitet sind, in einer gleichförmigen Richtung weitergeweht. Auf diesen verschiedenen Wegen wird die oberflächliche Humusschicht verhindert, sich bis zu einer bedeutenden Mächtigkeit anzuhäufen; und eine dicke Schicht von Humus hemmt auf vielerlei Weise die Zersetzung der darunterliegenden Gesteine und Gesteinsfragmente.

Die Entfernung der Wurmexcremente durch die oben erwähnten Mittel führt zu Resultaten, welche bei weitem nicht bedeutungslos sind. Es ist nachgewiesen worden, dasz eine Erdschicht von 0,2 Zoll Mächtigkeit an vielen Orten jährlich auf einem Acre auf die Oberfläche gebracht wird, und wenn auch nur ein kleiner Theil dieser Menge selbst eine kleine Strecke weit auf jeder geneigten Fläche abwärts fließt, rollt oder gewaschen wird, oder wiederholt nach einer Richtung hin geweht wird, so wird im Verlauf der Jahrhunderte eine bedeutende Wirkung erzielt werden. Es wurde durch Messungen und durch Berechnungen ermittelt, dasz auf einer Oberfläche mit einer mittleren Neigung von $9^{\circ} 26'$ zwei und $\frac{4}{10}$ Cubikzoll Erde, welche von Regenwürmern ausgeworfen worden war, im Verlauf eines Jahres eine horizontale Linie von einem Yard Länge überschritten, so dasz 240 Cubikzoll über eine Linie von 100 Yards Länge nach unten vorrücken werden. Diese letztere Masse würde im feuchten Zustand $11\frac{1}{2}$ Pfund wiegen. In dieser Weise bewegt sich ein beträchtliches Gewicht Erde beständig auf jeder Seite eines jeden Thales abwärts und wird mit der Zeit den Grund desselben erreichen. Endlich wird

diese Erde von den in den Thälern fließenden Bächen und Strömen in den Ocean, diesem groszen Reservoir für alle vom Lande abgetragene Substanz hinabgeschafft werden. Nach der jährlich vom Mississippi in das Meer abgelieferten Sedimentmasse ist es bekannt, dasz sein ungeheuer groszes Entwässerungsgebiet im Laufe eines Jahres um 0,00263 Zoll erniedrigt wird; und dies würde hinreichen, in vier und einer halben Million Jahren das ganze Entwässerungsgebiet auf das Niveau des Meeresufers herabzubringen. Wenn daher ein kleiner Bruchtheil der Schicht feiner Erde von 0,2 Zoll Mächtigkeit, welche jährlich von den Regenwürmern an die Oberfläche gebracht wird, fortgeschafft wird, so wird nothwendigerweise innerhalb einer Periode, welche kein Geologe für äusserst lang ansehen würde, ein groszes Resultat hervor gebracht werden.

Die Archäologen sollten den Regenwürmern dankbar sein, da sie für eine ganz unbestimmt lange Zeit jeden, nicht der Zersetzung unterliegenden Gegenstand, welcher auf die Oberfläche gefallen ist, durch das Eingraben desselben unter ihre Excrementmassen schützen und bewahren. In dieser Weise sind auch viele elegante und merkwürdige getäfelte Pflaster und andere antike Reste erhalten worden, obschon ohne Zweifel in diesen Fällen die Regenwürmer in groszem Masse dadurch unterstützt worden sind, dasz Erde von dem benachbarten Lande, besonders wenn sich dasselbe in Cultur befand, herabgewaschen oder geweht worden ist. Selbst alte massive Mauern können unterminirt und zum Einsinken gebracht werden; und in dieser Hinsicht ist kein Gebäude sicher, wenn nicht die Fundamente 6 oder 7 Fusz tief unter der Oberfläche liegen, in einer Tiefe, in welcher die Regenwürmer nicht arbeiten können. Es ist wahrscheinlich, dasz viele Monolithe und manche alten Mauern deshalb umgestürzt sind, weil sie von Regenwürmern unterminirt waren.

Würmer bereiten den Boden in einer ausgezeichneten Weise für das Wachsthum der mit Wurzelfasern versehenen Pflanzen und für Sämlinge aller Arten vor. Sie exponiren die Ackererde periodisch der Luft und sieben sie so durch, dasz keine Steinchen, welche grösser sind als die Partikel, die sie verschlucken können, in ihr übrig bleiben. Sie mischen das Ganze innig durch einander, gleich einem Gärtner, welcher feine Erde für seine ausgesuchtesten Pflanzen zubereitet. In

diesem Zustand ist sie gut dazu geeignet, Feuchtigkeit zurückzuhalten und alle löslichen Substanzen zu absorbiren, ebenso auch für den Procesz der Salpetererzeugung. Die Knochen todter Thiere, die härteren Theile von Insekten, die Schalen von Landmollusken, Blätter, Zweige u. s. w. werden in kurzer Zeit sämmtlich unter den sich auf ihnen anhäufenden Excrementmassen der Regenwürmer begraben und in dieser Weise in einem mehr oder weniger zersetzten Zustande in erreichbare Nähe für die Pflanzenwurzeln gebracht. Regenwürmer ziehen gleichfalls eine unendliche Anzahl abgestorbener Blätter und anderer Pflanzentheile in ihre Röhren, zum Theil zum Zwecke dieselben damit zuzustopfen, zum Theil aber auch zur Nahrung.

Die Blätter, welche zur Nahrung in die Wurmrohren gezogen werden, werden, nachdem sie in die feinsten Fäden zerrissen, theilweise verdaut und mit den Absonderungsflüssigkeiten des Darms und der Harnorgane gesättigt sind, mit viel Erde gemischt. Diese Erde bildet dann den dunkel gefärbten reichen Humus, welcher beinahe überall die Oberfläche des Landes mit einer ziemlich scharf umschriebenen Schicht oder einem Mantel bedeckt. V. HENSEN¹ brachte zwei Würmer in ein Gefäß von 18 Zoll Durchmesser, welches mit Sand gefüllt war, auf welchen Blätter gestreut wurden; dieselben wurden sehr bald bis zu einer Tiefe von 3 Zoll in die Wurmrohren gezogen. Nach ungefähr 6 Wochen war eine beinahe gleichförmige Schicht von Sand in einer Dicke von einem Centimeter (0,4 Zoll engl.) dadurch in Humus umgewandelt, dasz er durch den Darmcanal dieser zwei Würmer hindurchgegangen war. Von einigen Personen wird angenommen, dasz die Wurmrohren, welche häufig den Boden beinahe senkrecht bis zu einer Tiefe von 5 oder 6 Fusz durchbohren, wesentlich zu seiner Entwässerung beitragen, trotzdem dasz die über den Mündungen der Röhren aufgehäuften zähen Excrementmassen das Regenwasser verhindern oder aufhalten, direct in die Röhren zu dringen. Sie lassen die Luft tief in den Boden hinabdringen. Sie erleichtern auch bedeutend das Hinabdringen der Wurzeln mäsiger Grösze; und diese werden durch den Humus, mit welchem die Wurmrohren ausgekleidet sind, ernährt werden. Viele Samenkörner verdanken ihre Keimung dem Umstande, dasz sie mit Wurmexcrementen bedeckt wurden; andere, bis zu einer beträchtlichen Tiefe unter aufgehäuften Excrementmassen begraben, liegen

¹ Zeitschr. f. wiss. Zool. 28. Bd. 1877. p. 360.

schlafend dort, bis sie in irgend einer zukünftigen Zeit zufällig entblöszt werden und keimen.

Regenwürmer sind nur kümmerlich mit Sinnesorganen versehen, denn man kann nicht sagen, dasz sie sehen, obgleich sie so eben noch zwischen Hell und Dunkel unterscheiden können; sie sind vollkommen taub und haben nur ein schwaches Riechvermögen; nur der Gefühlsinn ist gut entwickelt. Sie können daher nur wenig von der sie umgebenden Welt erfahren, und es ist überraschend, dasz sie beim Auskleiden ihrer Röhren mit ihren Excrementen und mit Blättern und, bei manchen Species, beim Aufhäufen ihrer Excrementmassen zu thurmartigen Gebäuden einiges Geschick entwickeln. Es ist aber noch weit überraschender, dasz sie in der Art und Weise, wie sie die Mündungen ihrer Röhren zustopfen, augenscheinlich einen gewissen Grad von Intelligenz darbieten, anstatt einem bloszen blinden instinctiven Antriebe zu folgen. Sie verfahren dabei nahezu in derselben Weise, wie ein Mensch es thun würde, welcher eine cylindrische Röhre mit verschiedenen Arten von Blättern, Blattstielen, Papierdreiecken u. s. w. zu schlieszen hätte; denn sie ergreifen gewöhnlich solche Gegenstände bei ihren spitzen Enden. Aber bei dünnen Gegenständen wird eine gewisse Anzahl bei dem breiten Ende hineingezogen. Sie handeln nicht in allen Fällen in ein und derselben unveränderlichen Art und Weise, wie es die meisten niederen Thiere thun; sie ziehen beispielsweise Blätter nicht bei den Stielen ein, wenn nicht der Basaltheil der Blattscheibe so schmal wie der Spitzentheil oder schmaler ist.

Wenn wir eine weite mit Rasen bedeckte Fläche betrachten, so müssen wir dessen eingedenk sein, dasz ihre Glätte, auf welcher ihre Schönheit in einem so hohen Grade beruht, hauptsächlich dem zuzuschreiben ist, dasz alle die Ungleichheiten langsam von den Regenwürmern ausgeebnet worden sind. Es ist wohl wunderbar, wenn wir uns überlegen, dasz die ganze Masse des oberflächlichen Humus durch die Körper der Regenwürmer hindurchgegangen ist und alle paar Jahre wiederum durch sie hindurchgehen wird. Der Pflug ist einer der allerältesten und werthvollsten Erfindungen des Menschen; aber schon lange, ehe er existirte, wurde das Land durch Regenwürmer regelmäszig gepflügt und wird fortdauernd noch immer gepflügt. Man kann wohl bezweifeln, ob es noch viele andere Thiere gibt, welche eine so bedeutungsvolle Rolle in der Geschichte der Erde gespielt haben, wie diese niedrig organisirten

Geschöpfe. Indessen haben einige andere noch niedriger organisirte Thiere, nämlich die Corallen, bei weitem in die Augen fallendere Thätigkeit darin entfaltet, dasz sie unzählige Riffe und Inseln in den groszen Weltmeeren gebaut haben; diese sind aber beinahe ganz auf die tropischen Zonen beschränkt.

Z u s ä t z e.

Zu p. 16 Z. 4 von oben („und daher ihre Höhlen verlieszen“). Nach einer Schilderung, welche ich erhalten habe, zweifle ich nicht, dasz sie dies thun, wenn sie von Maulwürfen verfolgt werden; ein Herr theilt mir aber mit, dasz er vor Kurzem 8 oder 10 Regenwürmer ihre Höhlen verlassen und über das Gras auf etwas schwammigem Lande umherkriechen gesehen hat, auf welchem zwei Männer eben herumgetreten waren, während sie eine Falle aufstellten; und dies ereignete sich in einem Theile von Irland, wo sich keine Maulwürfe finden.

Zu p. 33 Z. 1 von oben. Sie arbeiten zuweilen so energisch, dasz Mr. D. F. SIMPSON, welcher in Bayswater einen kleinen ummauerten Garten besitzt, wo Regenwürmer äusserst zahlreich sind, mittheilt, er habe dort an einem windstillen feuchten Abend ein so auszerordentliches raschelndes Geräusch von unter einem Baume her, von welchem viele Blätter abgefallen waren, gehört, dasz er mit einem Lichte hinausgegangen sei und da entdeckt habe, dasz das Geräusch dadurch verursacht wurde, dasz viele Regenwürmer die trockenen Blätter fortschleppten und sie in ihre Röhren hineinzwängen. Nicht nur Blätter, sondern auch Blattstiele vieler Arten u. s. w.

Zu p. 35 Z. 13—20 von oben (Anstatt: „Oder könnten die Pfröpfe“ etc. zu lesen:) Es ist nicht wahrscheinlich, dasz die Pfröpfe oder die Steinhäufen dazu dienen, die Röhren vor den Scolopendren zu verbergen, welche nach der Angabe von HOFFMEISTER⁴ die bittersten Feinde der Regenwürmer sind, oder vor den groszen Species von *Carabus*, welche dieselben wüthend angreifen; denn diese Thiere sind nächtliche Thiere und die Wurmröhren des Nachts geöffnet. Könnten nicht die Regenwürmer, wenn die Mündung ihrer Röhren in dieser Weise geschützt ist, im Stande sein, mit Sicherheit mit ihren Köpfen dicht an denselben zu bleiben u. s. w.

Zu p. 35 Z. 6 von unten (vor: „Es kann aber auch“). Mr. PARFITT sprach die Vermuthung gegen mich aus, dasz die Mündungen der Wurmröhren deshalb geschlossen werden, damit die Luft

innerhalb derselben durch und durch feucht erhalten werde, und dies scheint mir die allerwahrscheinlichste Erklärung der Gewohnheit zu sein.

Z. 5 von unten das Wort „vielleicht“ zu streichen.

Zu p. 83 Z. 10 von oben. The Rev. Mr. ZINKE theilt mir mit, dasz er vor Kurzem einen Obstgarten bis zu der ungewöhnlichen Tiefe von 4 Fusz hat umgraben lassen. Die oberen 18 Zoll bestanden aus dunkelgefärbter vegetabilischer Ackererde und die nächsten 18 Zoll aus sandigem Lehm, welcher im unteren Theile viele abgerollte Sandsteinstücke mit einigen Stückchen von Ziegeln und Fliesen wahrscheinlich römischen Ursprungs enthielt, da Überreste aus dieser Zeit dicht dabei gefunden worden sind. Der sandige Lehm lag auf einer erhärteten eisenschüssigen Lage gelben Thons, auf deren Oberfläche zwei vollkommene Feuersteinwerkzeuge gefunden wurden. Wenn diese letzteren, wie es wahrscheinlich zu sein scheint, ursprünglich auf der Oberfläche des Landes liegen geblieben waren, so sind sie seitdem mit einer Schicht Erde von 3 Fusz Mächtigkeit bedeckt worden, welche wahrscheinlich alle durch den Körper der Regenwürmer hindurch gegangen ist mit Ausnahme der Steine, welche zu verschiedenen Zeiten auf der Oberfläche verstreut worden sein dürften zusammen mit Dünger oder auf anderem Wege. Auf andere Weise ist es schwer, die Herkunft der 18zölligen Schicht sandigen Lehms zu verstehen, welcher von der darüberliegenden dunklen vegetabilischen Ackererde, nachdem beide verbrannt worden waren, nur darin abwich, dasz er von einer hellen rothen Farbe und nicht so feinkörnig war. Aber nach dieser Ansicht müssen wir annehmen, dasz der Kohlenstoff in der vegetabilischen Ackererde, wenn sie in einer geringen Tiefe unter der Oberfläche liegt und nicht beständig von oben her zerfallende vegetabilische Substanz erhält, seine dunkle Farbe im Laufe der Jahrhunderte verliert; ob dies aber wahrscheinlich ist, weisz ich nicht.

Register.

A.

- Abinger, römische Villa in, 101; Wurm-excremente von der römischen Villa mit abgerundeten Partikeln, 143.
 Abtragung des Landes, 130.
 Ackererde, Dicke der jährlich von den Würmern ausgeworfenen, 95; Dicke der über den römischen Ruinen in Chedworth vorhandenen, 112; Natur und Dicke der über den römischen Ruinen in Silchester liegenden, 123; Dicke der — in Wroxeter, 125; Bildung und Dicke der — über der Kreide, 168.
 Africa, Staub von, 132.
 Ameisen, Intelligenz der, 52.
 Archiac, D', Kritik meiner Ansichten, 2.
Artemisia, Blätter der — von Regenwürmern nicht gefressen, 18.
 Aushöhlen der Wurmröhren, 55.
 Auswerfen der Excremente, 65.

B.

- Bau der Regenwürmer, 10.
 Beaulieu Abbey, Begraben des alten Pflasters, 110; Excremente von — mit abgerundeten Partikeln, 144.
 Beaumont, Élie de, über vegetabilische Ackererde, 1; über den unter groszen Städten liegenden Schutt, 101; das Fortschaffen von Staub, 134; die Permanenz der Ackererde, 164; das Bestehenbleiben antiker Grabhügel, 165.
 Begraben, das, der Reste antiker Bauwerke durch Regenwürmer, 100.
 Bengalen, Würmer von, 69.
 Berührung, Regenwürmer sehr empfindlich gegen, 16.
 Blätter, Regenwürmer unterscheiden den Geschmack verschiedener Arten, 18; von Würmern verzehrt, 21; ihr Zerfall durch die alkalische Absonde-

rung, mit der sie befeuchtet wurden, nicht beschleunigt, 21; zersetzte — erzeugen Säuren, 28; beim Verstopfen der Röhren benutzt, 32; beim Auskleiden der Röhren benutzt, 63.

Blattstiele der *Clematis*, 33, 43; der Esche, 44; der Akacie, 45.

Brading, römische Villa in, 113; Wurm-excremente mit abgerundeten Partikeln, 143.

Bridgman, über Regenwürmer, die die Blätter einer *Phlox* fressen, 18.

Buchenwälder, Steine unter ihnen von Regenwürmern nicht begraben, 82.

C.

Cannibalen unter den Regenwürmern, 20.

Carnegie, Mr., über Tiefe der Wurmröhren, 64.

Cellulose, Verdauung der, 21.

Chedworth, römische Villa in, 112.

Claparède, E., Structur des Darms der Regenwürmer, 11; über die Speicheldrüsen der Regenwürmer, 24, Anm.; über die kalkführenden Drüsen, 24; der Pharynx zum Saugen geeignet, 32; zweifelt, ob die Erde den Würmern als Nahrung dient, 57, 59; über die Kaugmägen der Regenwürmer, 139.

Clematis, Blattstiele zum Verstopfen der Wurmröhren benutzt, 33, 43.

Cobra, Schlange, Intelligenz, 53.

Concretionen von Kalk in den vorderen kalkführenden Drüsen, 25; Nutzen derselben, 29.

Corallen, Schlamm von ihnen herührend, 144, Anm.

Corniche, Strasse, zerfallene Excremente auf ihr, 157, 160.

Croll, über Denudation, 132.

D.

Dancer, Mr., über die Thätigkeit und Zahl der Regenwürmer, 83, 90, Anm.
Därme der Würmer, ihr Inhalt sauer, 28.

Denudation des Landes, 130.

Dicke der jährlich von den Regenwürmern ausgeworfenen Humusschicht, 95; — der Humusschicht über den Ruinen in Chedworth, 112; — über den römischen Resten in Silchester, 123; — — in Wroxeter, 125.

Digaster, 139.

Down, Menge der jährlich auf die Oberfläche gebrachten Erde, 77.

Dreiecke von Papier, 46

Drüsen, kalkführende, 10, 24; Funktion derselben, 27.

Durchsickern von Erde in die Kreide, 169.

E.

Eigenschaften, geistige, der Würmer, 19.

Einsinken, des Pflasters in Silchester, 120.

Eisen, Zahl der Regenwurmart, 5; Tiefe der Wurmrohren, 62.

Erde, Menge der von Würmern an die Oberfläche gebrachten, 73; Menge der an einem Abhange abwärts fließenden, 151; als Nahrung verschluckt, 56; Gewicht der aus einer einzigen Röhre ausgeworfenen, 90.

Ergreifen, Kraft der Würmer zu, 31.

Ernst, über Regenwürmer in Caracas, 68.

Eschen, Blattstiele, 44.

F.

Fabre, über die Instincte von *Sphex*, 52.

Farrer, Mr. T. H., über die römische Villa in Abinger, 101.

Felder, früher gepflügt gewesene, 166.

Fett, von Würmern gefressen, 20.

Feuersteine, in dem Rückstand über der Kreide senkrecht stehend, 78, Anm.; äusserlich und innerlich von atmosphärischen Agentien beeinflusst, 138.

Firsten, auf alt gepflügten Feldern, 166.

Fish, Mr., Kritik meiner Ansichten, 3.

Flieszen, Abwärts-, der Excremente, 148.

Flüssigkeit, Verdauungs-, der Regenwürmer, 20.

Fortwaschen der Excremente, 154.

Foster, Mich., über das pancreatische Ferment, 21; über die saure Beschaffenheit des Darminhalts, 28.

Frédéricq, Léon, über die Verdauungsflüssigkeit der Würmer, 20.

Fundamente, tiefe, der römischen Bauten in Wroxeter, 128.

Furchen auf alt gepflügten Feldern, 166.

G.

Galton, Mr., über die Zahl todter Würmer, 8.

Gebirge, Fehlen der Regenwürmer, 7.

Gefühlsinn, sehr entwickelt, 16.

Gegenstände, auf der Oberfläche verstreute, bald unter Excrementen begraben, 73.

Gehörsinn, 15.

Geikie, Archibald, über Denudation, 132; bestreitet Élie de Beaumont's Ansichten über Denudation, 164.

—, James, bestreitet Richthofen's Ansicht, 134; über Gletscherberührte Gesteine, 138.

Geistige Eigenschaft der Würmer, 19.

Geographische Verbreitung der Regenwürmer, 68.

Gerüche, Grad der Empfindlichkeit für — bei Regenwürmern, 16.

Geruchssinn, 16.

Geschmacksinn, 18.

Gesteine, Zersetzung der — durch Würmer unterstützt, 136; im Kaumagen der Regenwürmer zerkleinert, 141.

Gewicht der aus einer einzelnen Röhre ausgeworfenen Erde, 90.

Glen Roy, Nachweis der Seltenheit von Wasserstürzen, 147.

Grabhügel, alte, 165.

H.

Haast, von, über Werkzeuge der Eingeborenen in Neu-Seeland begraben gefunden, 83.

Haiden, von wenigen Würmern bewohnt, ausgenommen wo Pfade sie durchkreuzen, 6.

Hecht, Dummheit, 53.

Hensen, V., über die Zahl der Würmer in Gärten, 3; Regenwürmer leben nicht von Erde, 61; Tiefe der Gänge, 62; über die Zahl der in einem gegebenen Bezirk lebenden Würmer, 89; über die Zusammensetzung des Humus, 135; über die von zwei Regenwürmern gebildete Humusmenge, 176.

Henslow, Prof., über die Erdränder an Bergabhängen, 158.

Hoffmeister, Zahl der Species von Regenwürmern, 5; über das in Gesellschaft Überwintern der Würmer, 19;

Wahrnehmung von Licht durch Regenwürmer, 11, 13; über die Feinde der Regenwürmer, 35; Tiefe des Gänge, 62; über das Überwintern der Regenwürmer, 64.

Hooker, Sir Jos., über vorspringende Erdränder an Abhängen im Himalaya, 158.

Humussäuren, Wirkung der — auf Gesteine, 136, 138.

I. J.

Inseln, von Regenwürmern bewohnt, 68.

Instinct der Regenwürmer, 19.

Intelligenz der Regenwürmer, 19, 36.

Johnson, Dr. H., über die römischen Überreste in Wroxeter, 125—127; über Ammoniak in Wurmexcrementen, 137.

Johnson, S. W., How Crops Feed, 137.

Joyce, Rev. J. G., über die römischen Reste in Silchester, 114.

Julien, A. A., über die Zusammensetzung des Torfs, 135; über die Humussäuren, 136.

K.

Kalk, kohlensaurer, Concretion, 25.

Kalkführende Drüsen, 10, 24.

Kaumagen, 10, 139.

Key, Rev. H., über das Eingraben von Kohlenasche durch Regenwürmer, 82.

Kiefer-Blätter beim Zustopfen der Röhren benutzt, 33, 40; beim Ausfüttern derselben, 63.

Kieselsäure, colloide, von den Humussäuren angegriffen, 136.

King, D., über die Bildung von Humus in den Wäldern von Frankreich, 3; über Wurmexcremente bei Nizza, 60, 66; über grosse Excrementmassen auf den Nilgiri-Bergen und auf Ceylon, 71; Gewicht der Excremente bei Nizza, 92; über zerfallene Excremente auf der Corniche-Strasse, 157, 160; über das Fortwaschen der Excremente auf den Nilgiri-Bergen, 155.

Knochen, zerkleinerte, unter Wurmexcrementen begraben, 83.

Knowle Park, Buchenwälder in, keine Würmer, 7.

Koninck, de, über das Zersetzen der Gesteine, 133.

Krefft, Wurmexcremente in Australien, 69.

Kreide, Rückstand aus der — bildet eine oberflächliche Ablagerung, 78; — Fragmente bald begraben und corrodirt, 79; Bildung von Humus über ihr, 168.

Kreideformation, Oberfläche der — bedeutend abgetragen, 78.

L.

Laburnum, Blätter, 38.

Land, Abtragung (Denudation), 130.

Lankester, E. Ray, über den Bau der Regenwürmer, 10; über Regenwürmer von Kerguelen's Land, 68.

La Plata, Staubstürme, 133.

Layard, Lebensweise der Cobra, 53.

Licht, Wahrnehmung von — durch Regenwürmer, 11—14.

Luftströme, Regenwürmer empfindlich gegen, 16.

M.

M'Intosh, W., Wurmexcremente auf dem Schiehallion, 7.

Maer Hall, Menge der auf die Oberfläche gebrachten Erde, 73.

Mallett, Mr., über das Einsinken des Bodens unter groszen Gebäuden, 89, Anm.

Mauern, alte, in Abinger von Regenwürmern durchbohrt, 107; — in Silchester, 118.

Maulwürfe, Regenwürmer verfolgend, 178.

Mississippi, Entwässerungsgebiet, 132.

Möbius, K., über die Geisteskräfte des Hechts, 53.

Moniligaster, 139.

Morren, Ch., Würmer überstehen langes Untertauchen, 8, Anm.; — liegen bewegungslos in der Nähe der Mündungen ihrer Röhren, 9; — fressen Zucker, 20; über das Verschwinden der kalkführenden Drüsen während des Winters, 27; über Steine in den Kaumägen der Regenwürmer, 140, 141.

Müller, Fritz, über die Regenwürmer in Süd-Brasilien, 68.

Münze, Blätter nur benagt, 18.

N.

Nacht, Regenwürmer verlassen ihre Röhren bei, 8.

Nahrung der Regenwürmer, Blätter, 21; Erde, 56.

Nilgiri-Berge, Excremente auf den, 71.

Nizza, Excremente bei, 59; zerfallene Excremente bei, 157.

O.

Oberfläche, Gegenstände auf die — gestreut, unter Excrementen begraben, 73.

Obliteration alter Ackerfurchen auf gepflügtem Land, 166.
Orte, von Regenwürmern bewohnte, 6.

P.

Pancreatischer Saft, 21; nicht sauer, 29.
Papierdreiecke, 46.
Parfitt, Mr., über das Schlieszen der Mündungen der Wurmrohren, 179.
Perichaeta, bei Nizza acclimatisirt, 59.
Perrier, E., Würmer überstehen langes Untertauchen, 8; über die kalkführenden Drüsen, 24; über die Function des Pharynx, 31; über das Grabvermögen der Regenwürmer, 55; über naturalisirte Würmer, 60, Anm.; Würmer durch Essigsäure getödtet, 90; über die Kaumägen der Regenwürmer, 139, 141.
Pfad, gepflasterter, Begraben desselben durch Wurmexcremente, 82.
Pfade, von Regenwürmern bewohnt, 6.
Pflaster, moderne, von Regenwürmern unterminirt, 109; antike, Sinken solcher in Silchester, 120.
Pharynx, Function, 31.
Playfair, über Denudation, 164.

R.

Ramsay, über das Einsinken eines von Regenwürmern unterminirten Pflasters, 109; über Denudation, 131.
Ränder, vorspringende, an Bergabhängen, 158.
Regenwürmer s. Würmer.
Reste, antike, von Regenwürmern begraben, 101.
Rhododendron, Blätter, 39.
Richthofen, über Staubablagerungen in China, 134.
Robinia, Blattstiele, 45.
Röhren, Wurm-, Tiefe, 61; Richtung auf einem Abhange, 153; Aushöhlen der —, 55; mit schwarzer Erde ausgekleidet, 62; mit Blättern ausgekleidet, 62; Mündungen der, Würmer liegen bewegungslos nahe den, 9; alte — collabiren, 66; werden verstopft, 32; endigen in einer kleinen Kammer, die oft mit Steinen oder Samen ausgefüllt ist, 64.
Röhren, Bildung von — in der Kreide, 78.
Rollen, trockene Excremente — abwärts, 156.
Romanes, über die Intelligenz der Thiere, 53.

S.

Sachs, lebende Wurzeln corrodiren Gesteine, 137.
Salbei, Blätter nicht von Würmern gefressen, 18.
Samen, in den Wurmrohren erhalten, 65.
Saugvermögen der Regenwürmer, 32.
Saussure, H. de, über Ziegelgeschiebe, 143.
Schlussbemerkungen, 173.
Schmulewitsch, über die Verdauung der Cellulose, 21.
Schutt, auf den römischen Ruinen in Silchester, 114.
Schwingungen der Luft, von Würmern empfunden, 15.
Scott, J., über Regenwürmer bei Calcutta, 69.
Sehvermögen bei Regenwürmern, 14.
Semper, C., über verschiedene, Sand verschluckende Thiere, 57.
Silchester, alte römische Stadt, 114.
Sinne der Regenwürmer, 11.
Sociale Gefühle der Regenwürmer, 19.
Sorby, Mr., über das Zerreiben kleiner Gesteinstheilchen, 145.
Speichel, zweifelhaft, ob — bei Regenwürmern abgesondert wird, 24.
Sphex, Intelligenz, 52.
St. Catherine's Hill, bei Winchester, 171.
Stärke, von Würmern gefressen, 21; Verdauung der — Körner in den Blattzellen, 23.
Steine, grosse, bei Leith Hill und Stonehenge von Regenwürmern unterminirt, 84; kleine — auf Wurmlöchern aufgehäuft, 34; kleine — in den Kaumägen der Regenwürmer, 139; abgerundet in den Kaumägen, 141.
Stonehenge, grosse Steine von Regenwürmern unterminirt, 87; kreisförmige Gräben bei, 163.
Strömungen der Luft, von Regenwürmern empfunden, 16.
Structur der Regenwürmer, 10.

T.

Taubheit der Regenwürmer, 15.
Thymian, Blätter von Regenwürmern nicht gefressen, 18.
Tiefe, bis zu welcher Regenwürmer bohren, 61.
Torf, Bildung von, 135.
Tumuli, alte, 165.

Tylor, Mr. A., über Denudation, 132.
 —, Mr. E., über früher gepflügtes Land,
 166.
 Typhlosolis, 11.

U.

Umwallungen, alte, 165.
Utricularia, Blasen der, 61.

V.

Verdauung, der Regenwürmer, 22;
 ausserhalb des Magens, 24.
 Verstopfen der Wurmröhren, 32;
 Nutzen desselben, 35.
 Vibrationen, Würmer für — empfind-
 lich, 15.

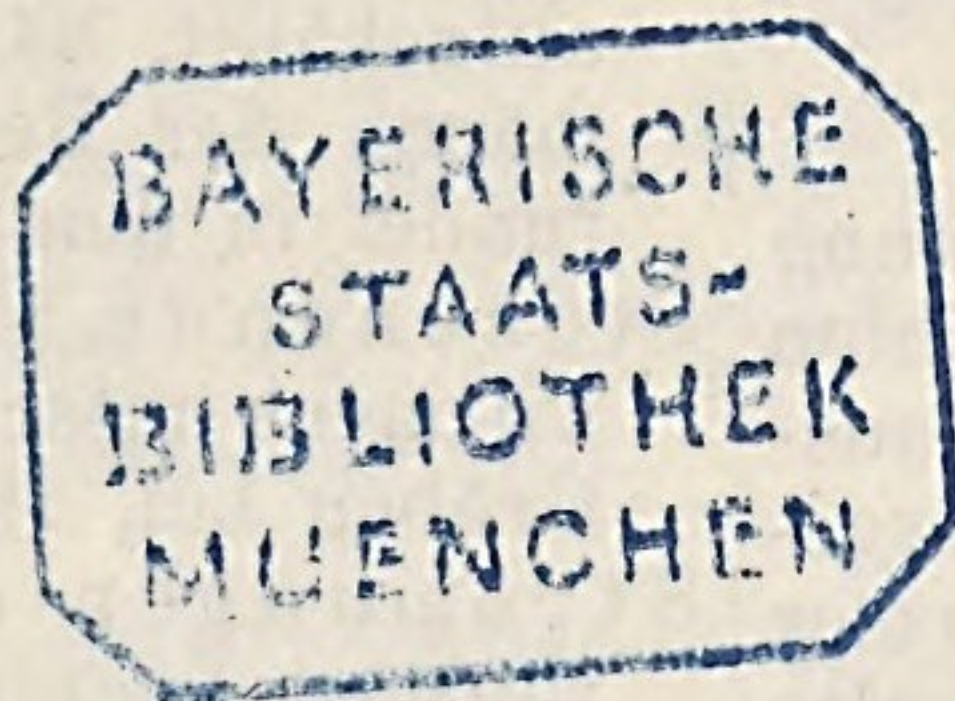
W.

Wärme, Wahrnehmung der, 14.
 Wedgwood, Mr., über die Bildung der
 Ackererde, 2.
 Whitaker, Mr., über Denudation, 131.
 White, über das nächtliche Verlassen
 der Röhren seitens der Würmer, 8.
 Winchester, Kreideformation bei, 171.
 Wind, Wirkung auf die Excremente, 161.
 Wright, Mr., über das Alter von Wro-
 xeter, 124.
 Wroxeter, alte römische Stadt, 124.

Würmer, Nachtthiere, 8; sterben ge-
 legentlich in groszer Anzahl, 8; todte
 von anderen Regenwürmern gefressen,
 20; Darminhalt sauer, 28; ihre Ex-
 cremente sauer, 28; Saugvermögen,
 32; stopfen ihre Röhren zu, 33; In-
 telligenz, 36; Bildung ihrer Röhren,
 55; Zahl der auf einer gegebenen
 Fläche lebenden, 89; durchbohren alte
 Mauern, 107, 118; Kaumägen und Zer-
 reibung der darin enthaltenen Steine,
 139; ziehen vor in feiner Erde zu leben,
 165.

Z.

Zellen, freie, mit Kalk in den kalk-
 führenden Drüsen, 25.
 Zerreiben von Gesteinsstückchen in
 den Kaumägen, 141.
 Zersetzung der Blätter nicht durch
 die Flüssigkeit, mit der sie benetzt
 werden, beschleunigt, 21; der Gesteine
 durch Regenwürmer gefördert,
 Zinke, Rev. F. B., über Feuerstein-
 werkzeuge, bei 3 Fusz gefunden, 179.
 Zucker von Regenwürmern gefressen,
 20.
 Zusammenfassung des ganzen Buchs,
 173.
 Zusammensinken alter Wurmröh-
 ren, 66.



In der E. Schweizerbart'schen Verlagshandlung (E. Koch) in Stuttgart
erschien:

Ch. Darwin's GESAMMELTE WERKE.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 522 Holzschnitten, 7 Photographien, 12 Karten und Tafeln und dem Portrait
des Verfassers in Kupferstich.

== Complet in dreizehn Bänden. ==

Preis brochirt M. 110. 40. in Leinwand gebunden M. 123. 40.

Inhalt: Bd. I. Reise eines Naturforschers um die Welt. — Bd. II. Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. — Bd. III. IV. Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. — Bd. V. VI. Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. — Bd. VII. Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren. — Bd. VIII. Insectenfressende Pflanzen. — Bd. IX. Kletternde Pflanzen. Befruchtung der Orchideen. Die verschiedenen Blüthen-Formen an Pflanzen der nämlichen Art. — Bd. X. Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. — Bd. XI. Corallen-Riffe. Vulkanische Inseln. — Bd. XII. Geologische Beobachtungen über Südamerika. Kleinere geologische Abhandlungen. — Bd. XIII. Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.

Kann auch nach und nach in 92 Lieferungen — à M. 1. 20. oder in 26 Halbbänden bezogen werden.

Ch. Darwin's GESAMMELTE WERKE.

Auswahl in sechs Bänden.

Aus dem Englischen übersetzt

von

J. Victor Carus.

Mit 143 Holzschnitten, 7 Photographien und dem Portrait des Verfassers.

Preis brochirt M. 50. — in Leinwand gebunden M. 56. —

Inhalt: Bd. I. Reise eines Naturforschers um die Welt. — Bd. II. Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. — Bd. III. IV. Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl. — Bd. V. Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren. — Bd. VI. Insectenfressende Pflanzen.

Kann auch nach und nach in 50 Lieferungen à M. 1. — bezogen werden.

Blackburn & Co., - mch.
H.

J. J. 1st class by - 6th
la

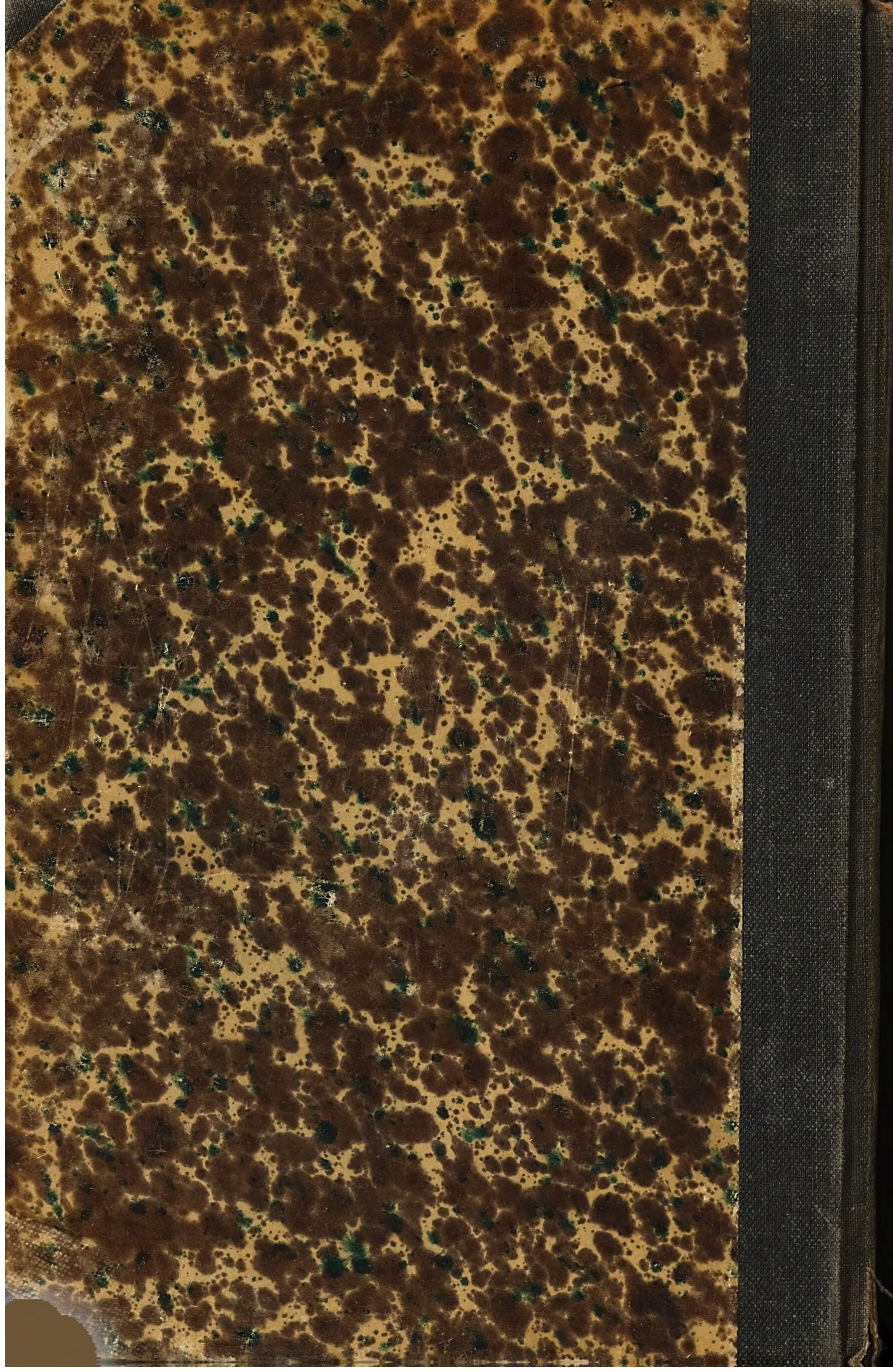
Blackburn & Co. -
20. mch 7. 23

Blackburn, 1st class

Blackburn & Co., 1st class
Blackburn & Co. 1st class
Blackburn & Co. 1st class
Blackburn & Co. 1st class

Blackburn & Co., 1st class
Blackburn & Co. 1st class

Blackburn & Co. 1st class



Darwin, Charles,

Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer mit Beobachtung
über deren Lebensweise

Stuttgart 1882

Oecon. 456 u

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11660695-2